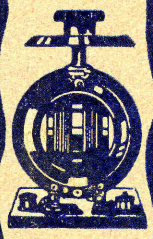
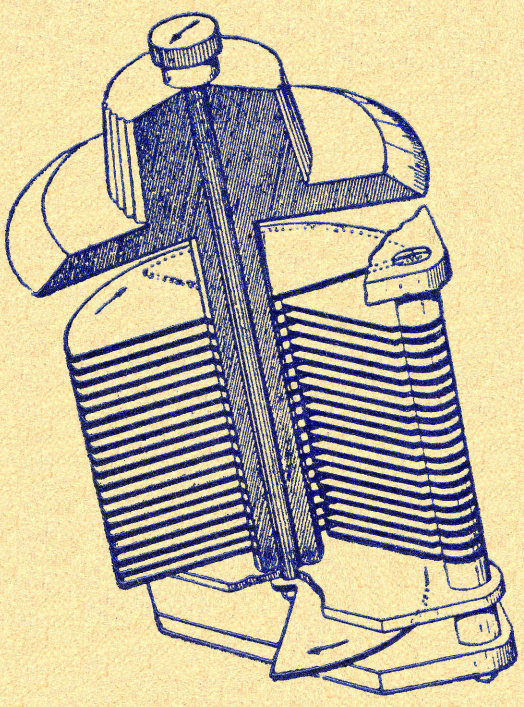
ING. ALESSANDRO ORSI

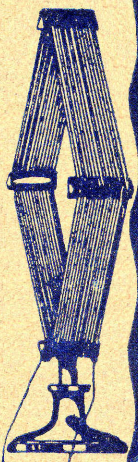
LA T.S.F.

PER QVELLI CHE SANNO E PER QVELLI CHE NON SANNO

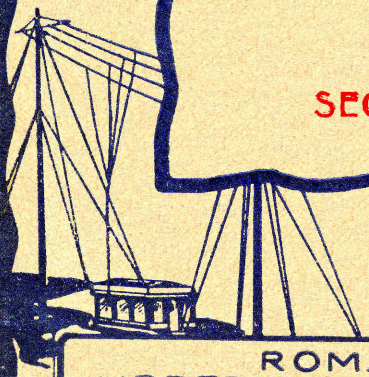
TEORIA E COSTRVZIONE

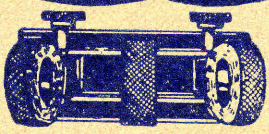


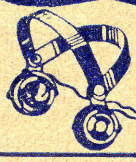


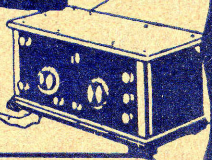


SECONDA EDIZIONE









ROMA 1924
LIBRERIA EDITRICE MANTEGAZZA
DI P. CREMONESE

G.F.

ING. ALESSANDRO ORSI

LA T. S. F.

PER QUELLI CHE SANNO E PER QUELLI CHE NON SANNO

TEORIA E COSTRUZIONE

ROMA
LIBRERIA EDITRICE MANTEGAZZA
DI P. CREMONESE
1924

PROPRIETÀ RISERVATA

ROMA - GRAFIA, S. A. I. Industrie Grafiche - Via Federico Cesi, 45

ALL'AVVOCATO
GRAND' UFFICIALE PIER GIULIO BRESCHI

Chiarissimo Avvocato,

Questo volume viene a Lei con devozione affettuosa, perchè, senza il vivo Suo desiderio del mio bene, non mi sarei, un giorno, quasi inavvertitamente, trovato su la via che oggi seguo.

Artista, scrittore, giornalista elettissimo, Ella lo gradirà anche meglio quale modesto contributo alla maggiore propagazione in Italia di uno dei più mirabili strumenti per la diffusione del pensiero.

Il Suo dev.mo
ING. ALESSANDRO ORSI

INDICE

PARTE PRIMA

Generalità sulle radiocomunicazioni

CAPITOLO I: *Le Radiocomunicazioni* . . . . . *Pag.* 3

CAPITOLO II: *Correnti alternate* 7

§ 1. Energia 7

§ 2 Correnti alternate 7

§ 3. Periodo 8

§ 4. Frequenza 9

§ 5. Fase 9

§ 6. Ampiezza 10

§ 7. Azione dei circuiti sulle correnti alternate che li percorrono . 10

§ 8. Resistenza ohmica 10

§ 9. Collegamento di resistenze 11

§ 10. Induzione 11

§ 11. Autoinduzione - Resistenza induttiva 14

§ 12. Induttanza o coefficiente di auto-induzione 16

§ 13. Condensatore 17

§ 14. Capacità di un condensatore 20

§ 15. Collegamento dei condensatori 21

CAPITOLO III: *Scariche oscillanti ed onde elettromagnetiche* 22

§ 16. Scarica oscillante - Circuito oscillante 22

§ 17. Influenza della capacità e della self sulla frequenza delle oscillazioni che possono aver sede in un circuito oscillante . . . 24

§ 18. La risonanza 24

§ 19. Oscillazioni smorzate ed oscillazioni persistenti 27

§ 20. Come si propagano le oscillazioni in un conduttore . . . 28

§ 21. Antenna 32

§ 22. Self e capacità aggiunte ad un'antenna 33

§ 23. Onde elettromagnetiche e loro propagazione attraverso l'etere 35

§ 24. Rivelazione delle onde elettromagnetiche 36

§ 25. La telegrafia senza fili 38

PARTE SECONDA

Trasmissione

CAPITOLO I: *Eccitazione del circuito antenna-terra con oscillazioni smorzate* . . . . . *Pag.* 40
§ 26. Eccitazione diretta 40
§ 27. Eccitazione indiretta. 40
§ 28. Eccitazione indiretta con circuito eccitatore a debole smorzamento 43
§ 29. Eccitazione ad impulsione 47

CAPITOLO II: *Eccitazione del circuito antenna-terra con oscillazioni persistenti* 50
§ 30. Alternatore ad alta frequenza 50
§ 31. Generatori di oscillazioni persistenti ad arco. 52
§ 32. Teoria generale della valvola a tre elettrodi 57
§ 33. Valvola a due elettrodi o di Fleming. 59
§ 34. Lampada a tre elettrodi (triode) 60
§ 35. Impiego del triode per la produzione di oscillazioni persistenti 65
§ 36. Altri sistemi di accoppiamento per generare oscillazioni con i triodi 67
§ 37. Eccitazione dell'aereo con un generatore a triode 68
§ 38. Collegamento dei triodi 69

CAPITOLO III: *Radiotelefonia*. 71
§ 39. La voce umana. 71
§ 40. Telefonia e radiotelefonia 72
§ 41. Varî sistemi di modulazione. 74
§ 42. Il centro radiofonico della Tour Eiffel 76

PARTE TERZA

Ricezione ed amplificazione

CAPITOLO I: *Circuiti di assorbimento e circuiti selezionatori*. . . . . *Pag.* 82
§ 43. Generalità 82
§ 44. Circuito antenna-terra. 82
§ 45. Quadro ricevitore. 85
§ 46. Circuito selezionatore. 86

CAPITOLO II: *Rivelazione e ricezione* . . . . . *Pag.* 89
§ 47. Telefono. 89
§ 48. Rivelazione o rettificazione 90
§ 49. Rivelatori a galena 92
§ 50. Rivelatore a triode a caratteristica di placca 93
§ 51. Rivelatore a triode a caratteristica di griglia. 95
§ 52. Ricezione delle segnalazioni ad onda persistente 98
§ 53. Ricezione acustica dei segnali radiotelegrafici per mezzo dell'eterodina. 99
§ 54. Ricezione delle onde persistenti per mezzo del fenomeno di retroazione. 102

CAPITOLO III: *Amplificazione* 104
§ 55. Effetto amplificatore dovuto alla retroazione 104
§ 56. Super-reazione 105
§ 57. Amplificazione propriamente detta 107
§ 58. Amplificatori a bassa frequenza a trasformatori 108
§ 59. Amplificatori a radiofrequenza a risonanza. 109
§ 60. Amplificatori a radiofrequenza a risonanza attenuata . . . 112
§ 61. Amplificatori a radiofrequenza a trasformatori 114
§ 62. Amplificatori a radiofrequenza misti 114
§ 63. Amplificatori a radiofrequenza a selfs 114
§ 64. Amplificatori a radiofrequenza a resistenze 115
§ 65. Amplificatori a resistenze per bassissime frequenze 117

PARTE QUARTA

Costruzione

CAPITOLO I: *Generalità* . . . . . *Pag.* 120
§ 66. La « Radioaudizione circolare » 120
§ 67. Alcune considerazioni sulle caratteristiche essenziali che debbono avere i ricevitori per piccole lunghezze d'onda 122
§ 68. Organi costituenti gli apparati per radiocomunicazioni . . . 125

CAPITOLO II: *Descrizione e costruzione degli organi costituenti un ricevitore-amplificatore* 126
§ 69. Generatori di corrente. 126
§ 70. Circuiti oscillanti 128
§ 71. Determinazione degli elementi di un circuito oscillante . . 128
§ 72. Impiego dell'abaco I per risolvere la formula di Thomson 130
§ 73. Impiego della tabella II per la risoluzione della formula di Thomson 130

§ 74. Condizioni alle quali deve sottostare una buona self induttanza - tipi fondamentali di bobine . . . . . *Pag.* 134
§ 75. Costruzione di una bobina cilindrica ad un solo strato . . 136
§ 76. Costruzione delle bobine a tela di ragno e a fondo di paniere semplici e « duolateral » 139
§ 77. Calcolo delle bobine cilindriche ad un solo strato 145
§ 78. Impiego dell'abaco II 148
§ 79. Calcolo del coefficiente di self induzione delle bobine a tela di ragno e a fondo di paniere semplici e « duolateral ». . . 150
§ 80. Costruzione delle bobine a nido d'ape 153
§ 81. Condensatori variabili ad aria 157
§ 82. Condensatori a verniero. 159
§ 83. Condensatori fissi. 162
§ 84. Condensatori « Compound » 164
§ 85. Sintonizzatore 166
§ 86. Accoppiatori o « Variocouplers » 169
§ 87. Variometro. 173
§ 88. Trasformatori per bassa frequenza 179
§ 89. Circuiti oscillanti intervalvolari. 180
§ 90. Triodi. 186
§ 91. Reostati 187
§ 92. Potenziometri 190
§ 93. Resistenze 191
§ 94. Telefoni 193
§ 95. Diffusori ed altisonanti 197

CAPITOLO III: *Ricevitori-amplificatori* 199
§ 96. Ricevitore a galena 199
§ 97. Ricevitore misto a galena e a triode tipo « Reflex ». . . . 201
§ 98. Ricevitore a triode con retroazione 202
§ 99. Ricevitore amplificatore a radiofrequenza a risonanza a selfs. 202
§ 100. Ricevitore amplificatore a radiofrequenza a risonanza ed a bassa frequenza, con accoppiamento intervalvolare elettromagnetico 204
§ 101. Ricevitore amplificatore a B. F. 209

CAPITOLO IV: *Alcuni montaggi speciali* 210
§ 102. Ricevitore Reinartz 210
§ 103. Ricevitore a super-rigenerazione Armstrong 212
§ 104. Ricevitore neutrodina 214
§ 105. Ricevitore Flewelling 219
§ 106. Ricevitore trasmettitore per radiofonia per piccole distanze 220

CAPITOLO V: *Strumenti di misura utili ad un costruttore* . . . . . *Pag.* 223
§ 107. Voltmetro. 223
§ 108. Milliamperometri ed amperometri. 223
§ 109. Ondametro 223
§ 110. Uso di un ondametro 225
§ 111. Costruzione di un ondametro. 228
§ 112. Eterodina. 229

CAPITOLO VI: *Realizzazione dei circuiti di assorbimento* 230
§ 113. Circuito antenna-terra 230
§ 114. Dimensioni e caratteristiche di un'antenna 233
§ 115. Quadro. 233

APPENDICI

APPENDICE I: *Cognizioni e dati complementari* . . . . . *Pag.* 240
§ 116. Materiale da utilizzarsi nella costruzione di un ricevitore 240
§ 117. Collaudo e regolaggio di un ricevitore. 244
§ 118. Ricerca della radiotelefonia. 251
§ 119. Principali unità di misura elettrica e loro simboli. . . . 253
§ 120. Diametro in mm. dei vari conduttori nelle varie scale. . 254
§ 121. Riduzione dei pollici inglesi e loro frazioni in mm.. . . 256
§ 122. Orario dei principali Broadcastings Europei, aggiornato al 1° ottobre 1923 259
§ 123. Orario delle trasmissioni della Tour Eiffel 263
§ 124. Alfabeto Morse e segnali convenzionali 267
§ 125. Nomenclatura 269

INDICE DELLE TABELLE

TABELLA I: *Rapporti empirici tra capacità e lunghezza d'onda*. *Pag.* 129
» II: *Risoluzione della formula di Thomson* 131
» III: *Valori di K in funzione del rapporto* $\frac{d}{e}$ 146
» IV: *Conduttori Pirelli*. 149
» V: *Coefficiente N per il calcolo delle bobine a fondo di paniere semplici e « duolateral »* 151

TABELLA VI: *Bobine a fondo di paniere semplici e « duolateral ».* *Pag.* 153
» VII: *Bobine a nido d'ape.* 157
» VIII: *Potere induttore specifico di alcune sostanze.* 166
» IX: *Valori di* S_1 236
» X: *Valori di* S_2 237
» XI: *Valori di* S_3 238
» XII: *Diametro in mm. dei vari conduttori nelle varie scale* . . 254
» XIII: *Riduzioni delle frazioni decimali di pollice in mm.* 256
» XIV: *Riduzione dei pollici inglesi e loro frazioni in millimetri.* 258

PARTE PRIMA

GENERALITÀ SULLE RADIOCOMUNICAZIONI

CAPITOLO I

LE RADIOCOMUNICAZIONI (*)

La trasmissione di segnalazioni convenzionali, per mezzo delle quali una persona può mettersi in comunicazione con un'altra persona situata ad una distanza superiore a quella che la voce può raggiungere per il tramite diretto, è il problema che sempre ha attratto l'umanità. Le Radiocomunicazioni ne sono la soluzione più brillante sino ad oggi ottenuta. Esse, per molti, possono ancora rappresentare qualche cosa di diabolico e di misterioso. Par quasi che l'elettricità, divenuta, suo malgrado, banale attraverso il bollitore elettrico, abbia voluto ricingersi di mistero e di suggestione per ritornare all'etere d'onde era venuta, e, non più costretta nei lucidi legami dei fili conduttori, abbia spiccato il salto per correre lo spazio, libera da ogni vincolo ed apparentemente invisibile ed irraggiungibile.

Ci siamo proposti di toglierle nuovamente i veli e di esporre la pura semplicità delle linee che costituiscono l'insieme dei mezzi e degli artifizi con i quali il pensiero umano può varcare lo spazio e portare da un punto ad un altro della terra, senza l'ausilio di nessun conduttore apparente e creato dall'uomo, la sua influenza, sia sotto forma di segni convenzionali (Radiotelegrafia), sia sotto forma di suoni (Radiotelefonia).

(*) Questo primo capitolo rispecchia forma e concetti di una conferenza su la Radiotelegrafia, da me tenuta al *Lyceum* di Roma e riprodotta sul fasc. 1 (15 gennaio 1923) della Rivista: *L'Elettrotecnica Pratica*. *N. d. a.*

Attualmente non è più possibile parlare semplicemente di Radiotelegrafia, cioè scrittura a distanza per mezzo di radiazioni, poichè il campo di questa, che è divenuta scienza, si è vastamente ampliato; è quindi meglio generalizzare questo nome, e sostituirlo con l'altro di Radiocomunicazioni, che vuol dire comunicazioni per mezzo di radiazioni.

Ebbene, sino ad oggi, anche senza le onde hertziane, si è sempre comunicato con questo mezzo. Che cosa vuol dire intendersi con un cenno? Vuol dire, nè più nè meno, stabilire una Radiocomunicazione. Infatti i due occhi sono gli apparati trasmettenti e riceventi, i due sguardi sono le radiazioni modulate dalla così detta espressione.

Galileo Ferraris, il nostro grande Elettrotecnico, scriveva nell'album di una signorina che gli chiedeva che cosa fosse l'elettricità, assai prima della scoperta di Marconi:

« ...perciò a te, o fanciulla colta e gentile, che amabilmente mi domandi che cosa sia l'Elettricità, posso rispondere:

« Essa non è soltanto l'agente pauroso che, rompendo talora la compagine dell'atmosfera, ti sgomenta col fragore della folgore, ma è eziandio l'agente vivificatore che tramanda dal Sole alla Terra con la sua luce e col calore la magia dei colori, l'alito della vita; quello che partecipa al tuo cuore il palpito del mondo esterno, quello che fa trasmettere all'anima tua l'incanto di uno sguardo e di un sorriso ».

Sia le segnalazioni ottiche (Eliografo, bandiere, ecc.), sia le segnalazioni sonore, usate spesso nella Marina e nell'Esercito, sono basate su di un principio unico: quello di impiegare l'energia sotto una delle forme più adatte alla sua propagazione (quella ondulatoria), di imprimerle un carattere convenzionale (in genere interruzioni ritmiche brevi e lunghe), lasciarla propagare attraverso lo spazio in un mezzo elastico che può essere l'etere, o l'aria, o l'acqua, e presentarle, quindi, uno strumento adatto a trasformare in fenomeno meccanico, percepibile dall'uomo con uno dei suoi sensi, l'energia modulata in arrivo. I fenomeni che avranno luogo in questo apparato conserveranno necessariamente, quali essi siano, il ritmo

primitivo, e si potranno quindi tradurre in base alle convenzioni stabilite.

La telegrafia ottica, impiegata sino dai tempi più remoti, consiste infatti nell'uso dell'energia sotto forma luminosa e quindi propagabile per fenomeno ondulatorio attraverso un mezzo elastico, l'etere, come si propaga elasticamente la vibrazione sonora attraverso, per esempio, un piano di legno sottoposto ad un urto. Tale energia luminosa viene convenientemente oscurata secondo un determinato ritmo e così ricevuta da un corrispondente situato in modo da scorgere la sorgente luminosa. La vibrazione eterea, che si rivela al nostro sguardo sotto forma di luce, è prodotta dal calore che si sviluppa per esempio, chimicamente per combustione nella reticella a gas, od elettricamente come nelle lampade ad arco o ad incandescenza. L'energia calorifica ottenuta per reazione chimica, o per resistenza elettrica, mette in vibrazione un corpo che diviene, come si suol dire, incandescente, e la vibrazione di questo corpo si propaga all'etere e giunge così alle nostre pupille: solo allora ci accorgiamo che il corpo è luminoso.

La luce è caratterizzata da un fenomeno oscillatorio rapidissimo che si propaga in linea retta senza poter seguire la curva della terra od attraversare i corpi così detti opachi, se si prescinde dai fenomeni della rifrazione. Per raggiungere, quindi, distanze molto forti, punti cioè al di sotto dell'orizzonte, o celati da ostacoli, la luce non è impiegabile. Si è ricorsi, per questo, alle oscillazioni elettromagnetiche, che studieremo più ampiamente in seguito, e che hanno la proprietà di propagarsi nello spazio senza essere, entro certi limiti, ostacolate da corpi interposti fra il centro trasmettente e quello ricevente. Anche in questo caso abbiamo un apparato che trasforma l'energia elettrica in energia oscillatoria (calore in luce nella reticella a gas), ed un apparato che permette di registrare queste oscillazioni (l'occhio che prova la sensazione della luce).

La scoperta di Guglielmo Marconi ha ricondotto il problema all'antica semplicità dalla quale si era allontanato con

la scoperta del telegrafo Morse e del telefono. Come ho già detto, il telegrafo ottico impiega l'energia sotto forma di luce che si propaga per ondulazioni attraverso l'etere e la oscura con un ritmo convenzionale; il conduttore, in questo caso, non è opera dell'uomo ma è costituito dall'etere. Il telegrafo ordinario ed il telefono impiegano, invece, l'energia elettrica sotto forma non oscillatoria come l'energia luminosa e l'energia elettromagnetica, e quindi non propagabile attraverso l'etere. È necessario, perciò, un mezzo creato dall'uomo, il filo conduttore, che permetta a questa energia modulata dal tasto o dal microfono della stazione di partenza, di provocare nel ricevitore Morse, o nel ricevitore telefonico della stazione corrispondente, gli stessi fenomeni iniziali, interpretati da chi riceve.

La Radiotelegrafia e la Radiotelefonia hanno ricondotto il problema nel campo primitivo: l'etere. Hanno conservato gli strumenti di partenza e di arrivo, cioè il tasto, il microfono, il telefono, ed hanno sostituito al filo dell'uomo, l'etere della natura. Riassumendo, per realizzare una radiocomunicazione, occorrono i seguenti elementi:

1° l'energia sotto una delle sue forme più acconce al sistema utilizzato;

2° un apparato che abbia il potere di trasformare a sua volta questa energia in forma oscillatoria;

3° un apparato che possa modulare o comunque caratterizzare queste oscillazioni secondo una convenzione prestabilita;

4° un dispositivo per trasmettere queste oscillazioni all'etere che funge da supporto;

5° un apparato per raccogliere dall'etere l'energia oscillatoria e trasformarla in quella di partenza;

6° un apparato che possa trasformare questa energia in un fenomeno percepibile dall'uomo con uno dei suoi sensi.

Ci proponiamo di analizzare, nella forma più accessibile, questi apparati, il meccanismo del loro funzionamento e, sin dove è praticamente possibile, con mezzi alla portata dei più, la loro costruzione.

CAPITOLO II

CORRENTI ALTERNATE

1. **Energia.** — Questa parola si riferisce ad una entità fisica che, attraverso i fenomeni cui dà luogo, si ammette esistere nell'universo. L'ipotesi più accreditata è quella per cui tutti i fenomeni che si rivelano direttamente o indirettamente ai nostri sensi, siano provocati dalle varie forme sotto le quali l'*energia* può presentarsi. Nelle radiocomunicazioni, l'energia fondamentale sino ad oggi impiegata è quella sotto forma elettrica; ad essa si fanno compiere varie trasformazioni che esamineremo.

Dovendosi ammettere che i lettori di questo manuale debbano essere già provvisti delle più elementari nozioni relative all'elettricità, prescinderemo da queste, entrando direttamente nel campo delle correnti variabili, di cui accenneremo brevemente le proprietà ed i fenomeni a cui dànno luogo, specialmente nei riguardi delle radiocomunicazioni.

2. **Correnti alternate.** — Sin dove mi sarà possibile, mi gioverò, in questo campo, delle definizioni dovute a Galileo Ferraris, come le più precise e le più nitide:

« Le correnti alternate sono correnti nelle quali la direzione « si inverte ad intervalli uguali e la cui intensità varia periodi- « camente da un massimo in una direzione ad un massimo « nella direzione opposta, per ritornare di nuovo al valore « precedente, e così via ».

I massimi positivi e negativi, assunti da una corrente, sono eguali, e così la quantità di energia spostatasi in un senso è uguale a quella spostatasi in senso opposto. Perciò, considerando un numero pari di inversioni, la quantità totale di

elettricità trasmessa da un punto ad un altro è nulla. A chiarire questo concetto, basta osservare la figura 1 che rappresenta graficamente l'andamento di un fenomeno alternativo.

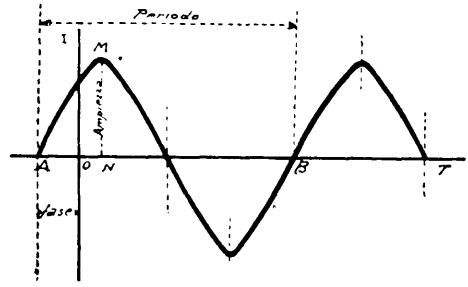


Fig. 1

Sull'asse orizzontale (ascissa), partendo da una origine qualsiasi 0, si riportano dei segmenti proporzionali ai tempi, mentre sull'asse verticale (ordinata) si riportano segmenti proporzionali alle intensità. Nella curva così stabilita, ogni punto rappresenta il valore istantaneo della intensità, cioè il valore che assume l'intensità della corrente in quel tempo misurato a partire dall'origine *O*. La curva rappresenta, così, l'andamento dell'intensità della corrente in funzione del tempo, come rappresentano l'andamento della temperatura in funzione del tempo le curve che il dottore traccia al capezzale di un malato.

Un fenomeno alternativo come quello descritto nel caso della corrente alternata, può paragonarsi al moto del pendolo di un orologio. Elementi caratteristici di un fenomeno oscillatorio e quindi, in particolare, di una corrente alternativa sono: il periodo, la frequenza, la fase, l'ampiezza.

3. **Periodo.** — « L'intervallo di tempo durante il quale la « grandezza prende tutti gli infiniti valori positivi e negativi « per cui può passare, e dopo il quale li riprende nello stesso « ordine, dicesi: *durata del periodo*, o semplicemente *periodo* ».

Nella fig. 1 il periodo è rappresentato dal segmento *A B*.

4. **Frequenza.** — « È il numero di periodi completi che « la grandezza alternativa presenta in un minuto secondo ».

Indicando la frequenza con la lettera N ed il periodo con la lettera T si potranno scrivere le seguenti relazioni:

$$NT = 1 \text{ da cui}$$

$$T = \frac{1}{N} \text{ ed anche } N = \frac{1}{T} \qquad (1)$$

il che vuol dire che *la frequenza è l'inverso del periodo.*

Nel caso, per esempio, nel quale il periodo sia eguale ad un secondo, anche la frequenza sarà eguale ad uno; vuol dire, cioè, che in questo tipo di corrente alternata si ha un periodo al secondo.

La frequenza può caratterizzare le correnti alternate nei riguardi dei loro impieghi pratici, così: correnti di frequenza compresa tra i 15 ed i 60 periodi si dicono generalmente *industriali* o *a bassa frequenza* (da non confondersi con la bassa frequenza radiotelegrafica, che è detta così relativamente a frequenze assai più elevate): correnti dell'ordine di migliaia e decine di migliaia di periodi sono dette *correnti ad alta frequenza* e si impiegano generalmente in Radiocomunicazioni o per uso medico.

In Radiocomunicazioni il periodo si chiama anche *ciclo* poichè rappresenta il ciclo che l'intensità compie durante il periodo T. Date le frequenze elevate impiegate in radiocomunicazioni l'unità pratica di misura della frequenza è il Kilociclo (mille cicli).

5. **Fase.** — « Dicesi *fase* la frazione di periodo già trascorsa « nell'istante scelto come origine dei tempi, che, per una data « grandezza alternativa, è arbitrario, essendo arbitraria sia l'ori- « gine del periodo, sia l'origine dei tempi ».

Nella fig. 1 la fase è rappresentata dal segmento AO. La differenza di fase tra due correnti alternate non coincidenti è data dalla differenza tra i due segmenti di ascissa che intercedono tra le origini dei due loro periodi e l'origine O.

6. **Ampiezza.** — « È il valore massimo che la grandezza « prende e che ha lo stesso valore assoluto sia nella parte « positiva, sia nella parte negativa della curva ».

Nel caso della figura 1 essa è rappresentata dai massimi valori assoluti assunti dalla intensità cioè dal segmento *MN*.

7. **Azione dei circuiti sulle correnti alternate che li percorrono.** — I fenomeni che possono verificarsi in un conduttore, per effetto della corrente che lo percorre, variano con le caratteristiche della corrente stessa. Nel caso della corrente alternata hanno luogo speciali fenomeni la cui entità varia sensibilmente col variare della frequenza.

Esamineremo questi fenomeni e le loro proprietà, prima separatamente e quindi nei loro effetti di insieme.

8. **Resistenza ohmica.** — La resistenza ohmica è una resistenza che incontra la corrente nel percorrere un conduttore, e che dipende dalla materia dalla quale è costituito il conduttore stesso. Per questa resistenza, che obbedisce alla legge di Ohm, si ha

$$V = R I \qquad (2)$$

dove: I = Intensità, V = differenza di potenziale tra gli estremi del conduttore ed R = resistenza. Questa relazione dice che

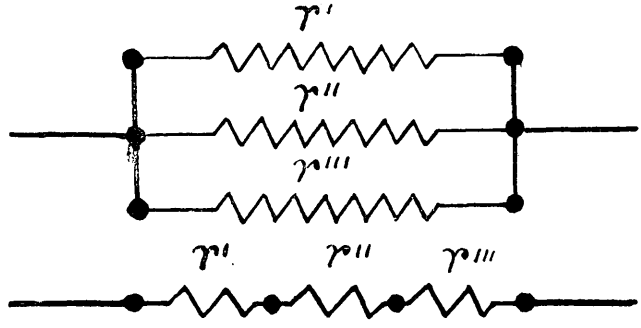


Fig. 2

la intensità di una corrente attraverso un circuito di resistenza R è direttamente proporzionale alla differenza di potenziale ed

inversamente proporzionale alla resistenza. La corrente continua incontra solo questa resistenza.

9. **Collegamento di resistenze.** — Più resistenze ohmiche disposte in serie in un circuito, dànno una resistenza totale eguale alla loro somma; più resistenze ohmiche disposte in parallelo in un circuito dànno una resistenza totale che si ottiene così:

Se r', r'', r''' sono le resistenze in parallelo, la resistenza risultante delle prime due sarà:

$$R' = \frac{r' \times r''}{r' + r''}$$

e la risultante di questa con la terza sarà:

$$R = \frac{R' \times r'''}{R' + r'''} \qquad (3)$$

R è dunque la resistenza risultante delle tre suddette in parallelo. Con questo sistema è possibile determinare la resistenza totale risultante di un numero n qualsiasi di resistenze in parallelo.

La figura 2 rappresenta gli schemi relativi, rispettivamente, a tre resistenze connesse in serie ed a tre resistenze connesse in parallelo.

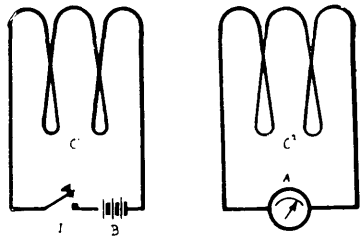


Fig. 3

10. **Induzione.** — Se in un circuito metallico C^1 (fig. 3) intercaliamo una pila B ed un interruttore I, e se, in prossimità del primo circuito e su di un piano parallelo, disponiamo

un secondo circuito C^2 che porta inserito un amperometro A, ad ogni variazione di corrente prodotta nel circuito C^1, per l'azione dell'interruttore I, l'amperometro A indicherà un passaggio di corrente nel circuito C^2. Occorre notare che questi passaggi di corrente hanno luogo soltanto in corrispondenza delle variazioni dell'intensità nel circuito C^1, mentre, tenendo costantemente chiuso l'interuttore I, cioè facendo circolare una corrente costante attraverso C^1, l'amperometro A segnerà una corrente soltanto all'atto della chiusura o dell'apertura del circuito per opera dell'interuttore I, ma non segnerà alcuna corrente nel periodo in cui I resta costantemente chiuso. Questo fenomeno dicesi *di induzione*. Il circuito C^1 dicesi *primario* (o *induttore*), il circuito C^2 dicesi *secondario* (o *indotto*).

Il fenomeno di induzione ha luogo anche se in prossimità del circuito C^2 si *sposta* un magnete.

Sia attraverso un circuito nel quale circoli una corrente, sia intorno ad un magnete, in seguito ai fenomeni che hanno luogo, la fisica suppone esista un qualchecosa che essa chiama *flusso magnetico*. Questo flusso magnetico possiamo immaginarlo costituito da tante linee, dette di *forza magnetica* ad andamento chiuso, che, attraversando normalmente il piano del circuito o il magnete nel senso Sud-Nord, lo chiudono con tanti anelli.

La figura 4 mostra l'andamento delle linee di forza magnetica nell'interno di un magnete ed attraverso il piano di un circuito, relativamente alla polarità del magnete ed alla direzione della corrente nel circuito. In questo secondo caso è utile notare che, se guardando il piano del circuito la corrente circola nel senso delle lancette di un orologio, il polo Sud del flusso si trova dalla parte dell'osservatore, e viceversa. È chiaro quindi che, nel caso di una corrente alternata, le polarità del flusso si invertono continuamente.

Orbene, se in prossimità di un magnete o di un circuito elettrico si trova, come abbiamo visto nella fig. 3, un altro circuito, questo sarà attraversato (o concatenato) da un certo numero di linee di forza emanate dal primo. La produzione

di una corrente indotta ha luogo soltanto quando varia il numero di linee di forza concatenate all'indotto. Questa variazione può ottenersi, sia agendo sulla corrente inducente, sia sulla posizione reciproca dell'indotto e dell'induttore, facendo ruotare, ad esempio, uno dei due rispetto all'altro. Quando i due piani risultano paralleli il flusso conca-

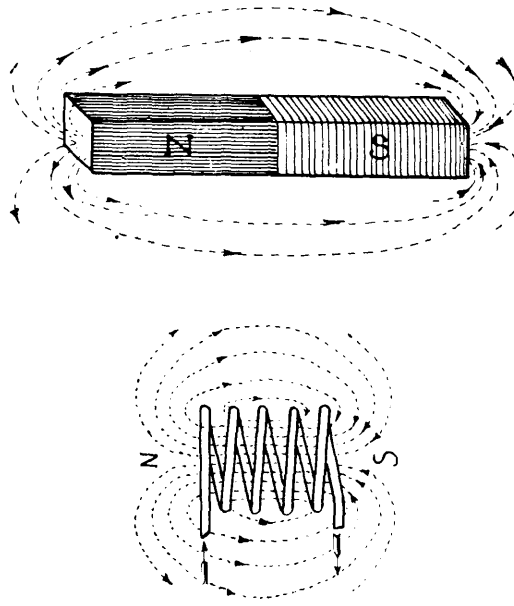


Fig. 4

tenato avrà intensità massima, quando i due piani risultano normali avrà intensità nulla.

Ciò posto, e guidati dall'esperienza, possiamo enunciare la seguente legge:

Quando un flusso magnetico concatenato ad un circuito è sottoposto comunque a variazione, provoca, per fenomeno di induzione, nel circuito indotto, una forza elettromotrice che dà luogo al passaggio di una corrente che dicesi indotta e la cui intensità dipende dalla rapidità di variazione del flusso indu-

cente e dalla intensità del flusso stesso, mentre il senso dipende dal senso del flusso induttore e dal modo di variazione del flusso stesso (aumento o diminuzione).

Infine, *la corrente indotta ha direzione tale da opporsi a quella inducente.*

I fenomeni induttivi, cioè i fenomeni elettrici prodotti a distanza, senza contatto tra i conduttori, aumentano col crescere della frequenza; si impiegano quindi correnti a frequenze elevatissime in tutti quei casi nei quali è necessario che i fenomeni elettrici a distanza abbiano una certa intensità, per esempio nelle radiocomunicazioni.

11. **Autoinduzione. Resistenza induttiva.** — Da quanto abbiamo visto, è naturale che il fenomeno di induzione abbia luogo in uno stesso circuito, per opera della corrente stessa che vi circola. Infatti essa, se variabile, dà luogo ad un flusso il quale, a sua volta essendo variabile, genera nel circuito stesso una corrente che dicesi di *autoinduzione* o di *selfinduzione*, e che obbedisce alle leggi su esposte. Questa corrente di autoinduzione, quindi, avendo senso tale da opporsi a quella inducente, si opporrà al suo passaggio dando luogo ad un fenomeno di resistenza apparente. La resistenza totale, che un circuito munito di self induttanza presenta al passaggio di una corrente alternativa, dicesi *impedenza.*

Questo fenomeno di autoinduzione fa si che il passaggio di una corrente alternativa attraverso un conduttore non procede più d'accordo con la tensione; ritarda, cioè, l'intensità rispetto alla tensione.

Se si tratta di un conduttore attraversato da corrente continua, il fenomeno di autoinduzione ha luogo all'atto della chiusura del circuito e all'atto dell'apertura; nel primo caso la corrente non raggiunge subito il valore massimo che dovrebbe avere, poichè la variazione di flusso da zero ad un massimo, dovuta alla chiusura del circuito, genera una corrente di autoinduzione che ha senso contrario a quella inducente; mentre nel secondo caso la variazione di flusso dovuta al passaggio dal suo massimo valore allo zero, provoca la circolazione

di una corrente indotta che, questa volta, avrà senso contrario a quella precedente (cioè lo stesso senso di quella inducente, perchè, restando costante il senso di quest'ultima, si è invertito il senso di variazione del flusso) e che, quindi, ritarderà la cessazione del passaggio di corrente nel conduttore stesso.

Queste considerazioni dimostrano che la resistenza induttiva può, in un certo qual modo, paragonarsi al fenomeno di inerzia meccanica per cui un corpo tende a mantenersi nello stato in cui si trova.

È chiaro che, nei riguardi della corrente alternata, il fenomeno di autoinduzione abbia luogo in modo continuato; basta osservare l'andamento della intensità nella fig. 1; si avrà in essa un ritardo sia nel raggiungimento dell'ordinata massima, sia nel raggiungimento della minima. Maggiore sarà la frequenza della corrente, maggiore sarà l'azione della resistenza induttiva, come maggiore è l'inerzia meccanica se più rapidi sono gli spostamenti dei corpi. La sua azione sarà anche tanto maggiore quanto maggiore è il valore del flusso di autoinduzione cui una corrente può dar luogo.

Siccome un flusso magnetico, dovuto alla circolazione di una corrente attraverso ad un conduttore avvolto a spirale (solenoide), a parità di corrente inducente, dipende dal prodotto della intensità della corrente inducente per il numero delle spire che comporta il circuito (ampères-spire), quando si vuole aumentare la resistenza induttiva di un circuito si usa avvolgerlo a spirale, costituendo ciò che si chiama comunemente una *impedenza*. L'azione dell'impedenza aumenta introducendo nel circuito a spirale un nucleo di ferro. Gli inglesi chiamano queste impedenze *choke coils*, ed i francesi: *bobines de choc*.

La figura 5 mostra un fenomeno idraulico che dà una chiara idea del fenomeno di autoinduzione descritto. Supponendo che il pistone *P* sia sottoposto ad un moto alternativo, anche il liquido esistente nella condotta sarà sottoposto ad un moto di va e vieni.

La ruota a palette si opporrà a questo moto alternativo nel senso che non lo seguirà istantaneamente, ritardando ad entrare in rotazione in un senso e ritardando a passare ad una rotazione in senso opposto. Questi ritardi si traducono in un ostacolo al moto alternativo del liquido e saranno tanto più

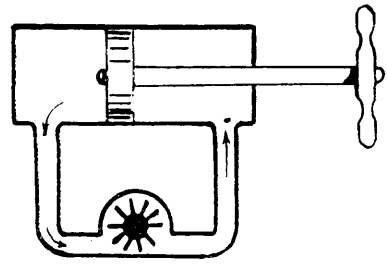


Fig. 5

sensibili per quanto sarà maggiore la frequenza del moto alternativo del pistone e per quanto maggiore sarà la massa cioè l'inerzia della ruota. In definitiva, la velocità di rotazione della ruota a palette, e quindi le quantità di liquido in moto, nell'unità di tempo, non corrisponderanno, all'inizio ed alla fine del moto in un senso alla pressione esercitata sul liquido dal pistone (sfasamento tra corrente e tensione).

Trattandosi di un moto costante in un unico senso si avrà un ritardo nel moto al suo inizio, ed un ritardo nell'arresto per la velocità acquistata dalla ruota a palette, ma nel periodo di regime il fenomeno di inerzia non si verificherà.

12. **Induttanza o coefficiente di autoinduzione.** — Ogni bobina di self ha un proprio potere autoinduttivo che chiamasi *coefficiente di autoinduzione* o brevemente *induttanza*. La sua unità di misura è il centimetro C.G.S. L'unità pratica di misura è l'*henry* che equivale a 10^9 unità C.G.S.: sottomultipli degli *henrys* sono i *millihenrys* = 10^6 unità C.G.S., ed il *microhenry* = 10^3 unità C.G.S. Il simbolo che si adopera per indicare un qualsiasi valore di induttanza è la lettera L.

Fig. 6

Le induttanze possono disporsi nei circuiti come le resistenze ohmiche, cioè in serie od in parallelo. Prescindendo dalle mutue azioni induttive che possono aver luogo, i valori delle induttanze risultanti si determinano con le stesse regole delle resistenze ohmiche. La fig. 6 mostra lo schema di una bobina di self.

13. **Condensatore.** — Un condensatore è costituito essenzialmente da un corpo non conduttore che chiamasi *dielettrico*, il quale separa due superfici conducenti, generalmente metalliche che si chiamano *armature*. Un siffatto sistema gode delle proprietà seguenti:

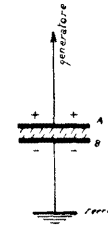


Fig. 7

Se una delle due armature, ad esempio l'armatura A (fig. 7), si mette in comunicazione col polo positivo di una sorgente elettrica avente l'altro polo a terra e se si connette alla terra anche l'altra armatura B, l'armatura A si caricherà positivamente per l'azione diretta della sorgente e quella B negativamente per fenomeno cosidetto di *influenza*. Avvicinando, a questo punto, le due armature, l'azione dell'armatura B su quella A aumenta. Una parte delle cariche positive di A sono neutralizzate dall'azione di quelle di B, il potenziale di A si abbassa, di conseguenza, rispetto a quello della sorgente ed altre cariche possono, quindi, passare da questa ultima all'armatura A. Questi risultati sperimentali autorizzano ad ammettere che la capacità elettrica di un conduttore, cioè il potere di assorbire una certa quantità di cariche elettriche, dipende dalla presenza di altri corpi conduttori e dalla loro distanza. Dall'esperienza si deduce, inoltre, che la capacità di un conduttore varia anche a seconda della natura del dielettrico che separa questo conduttore dagli altri, e dalle superfici affacciate dei conduttori in presenza.

Riassumendo queste proprietà con una formula si ha:

$$C = \frac{KS}{4\pi e} \qquad (4)$$

dove: C indica la capacità del condensatore; K è una costante relativa alla natura del dielettrico impiegato che per l'aria è $= 1$ e che si trova in apposite tabelle; S è la superficie di una delle armature affacciata all'altra; $\pi = 3,1416...$; e è lo spessore del dielettrico. La carica di un condensatore giunge a saturazione quando la differenza di potenziale tra le armature ed il generatore è nulla. Per spiegarci il fenomeno che ha luogo quando si inserisce un condensatore in un circuito sede di una corrente continua o di una corrente alternata, ricorreremo ad esempi idraulici.

Supponiamo una condotta chiusa su se stessa e che porti, nella sua parte superiore, una pompa aspirante e premente e, nella sua parte inferiore, un rigonfiamento ostruito da un diaframma M elastico; per esempio di gomma.

La capacità delle due parti A-B del rigonfiamento può paragonarsi alla superficie delle armature affacciate del condensatore, mentre lo spessore del diaframma M può paragonarsi allo spessore del dielettrico, e la materia da cui è costituito alla natura del dielettrico stesso.

Stabiliti così i termini del paragone, supponiamo, innanzi tutto, di inserire un condensatore tra i morsetti di una sorgente a corrente continua. Il condensatore si caricherà, determinando un passaggio di corrente nel circuito; quando la differenza di potenziale tra le armature ed i morsetti sarà divenuta nulla, il passaggio di corrente cesserà ed il condensatore risulterà carico. Aumentando il potenziale dei morsetti del generatore si potrà rompere di nuovo questo equilibrio: allora, quando sia superata la resistenza del dielettrico, una scarica diretta tra le due armature lo perforerà. Nel sistema idraulico prospettato nella fig. 8 potremo supporre, con molta analogia, di produrre una differenza di pressione nel liquido tra i punti C e C' e quindi sulle due facce del diaframma M, spostando il pistone, ad esempio, da C verso C'. Il diaframma M, sotto la spinta del liquido, si infletterà verso destra assumendo la forma tratteggiata. Se la reazione elastica del diaframma riuscirà, ad un dato momento, ad equilibrare

la pressione del pistone, la circolazione del liquido si arresterà, altrimenti, superato il limite di elasticità del diaframma, il liquido lo perforerà. Nel caso di corrente alternativa non v'è altro che supporre un moto alternativo del pistone, in modo da invertire periodicamente le pressioni nei punti C e C' e quindi sulle due faccie del diaframma. Questa supposizione

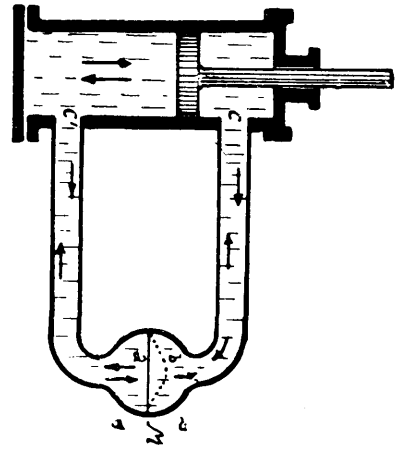


Fig. 8

dà anche un'idea abbastanza chiara della differenza che corre tra la corrente continua e la corrente alternativa.

Nel caso della corrente alternativa, le cariche delle armature, e quindi il loro potenziale, seguiranno l'andamento della corrente, come nell'esempio idraulico, dove il diaframma seguirà il moto del liquido immagazzinando energia potenziale elastica durante una inflessione e restituendola durante l'inflessione in senso opposto, sempre che non sia superato il limite di elasticità. In questo caso, l'energia elastica ceduta al liquido dalla membrana va ad aggiungersi a quella impressa dal pistone; è chiaro quindi che nel caso del moto alternativo il fenomeno sia favorito dalla presenza del diaframma piut-

tosto che ostacolato come nel caso del moto continuo. Similmente un condensatore inserito in un circuito percorso da corrente alternativa ne favorisce il passaggio contrariamente a ciò che avviene per la corrente continua. Tutto ciò, quando la possibilità oscillatoria del diaframma, rispetto alla frequenza del moto alternativo della pompa, non sia ostacolata da eccessiva inerzia dovuta al diaframma stesso ed alla quantità di liquido contenuta nei rigonfiamenti A e B. Così, nel caso di corrente alternativa, il condensatore ne favorisce il passaggio solo quando l'inerzia elettrica dovuta alla sua capacità (superficie delle armature e spessore e qualità del dielettrico) è tale da non ostacolarne la frequenza.

Dalle considerazioni precedenti si può concludere che un condensatore si comporta, nei riguardi delle correnti elettriche, in modo opposto ad una self e cioè: un condensatore inserito in un circuito di corrente continua ne impedisce il passaggio, mentre una self inserita nello stesso circuito, non ostacola il moto della corrente. Viceversa, accade, per una corrente alternativa.

14. **Capacità di un condensatore.** — *Dicesi capacità di un condensatore la carica che si deve conferire ad una delle sue armature per far crescere di una unità il suo potenziale, mentre l'altra armatura è connessa a terra o comunque è mantenuta a potenziale costante.*

L'unità di capacità è espressa in *centimetri C. G. S.* (unità elettrostatiche) oppure in *unità pratiche* o *farads*. Il *farad* corrisponde a 9×10^{11} cm. C.G.S. Tale unità è, in generale, troppo grande per le pratiche applicazioni delle radiocomunicazioni; si impiega quindi un suo sottomultiplo: il *microfarad* (simbolo: *m.f.d.*), che equivale ad $^1/_{1.000.000}$ di farad, e suoi sottomultipli, cioè il millesimo ed il decimillesimo di *m.f.d.* La formula 4 nel paragrafo 13 per la capacità di un condensatore, esprimendo S in centimetri quadrati ed e in centimetri, fornisce i valori in centimetri C.G.S.

15. **Collegamento dei condensatori.** — I condensatori possono essere collegati sia in *serie* sia in parallelo.

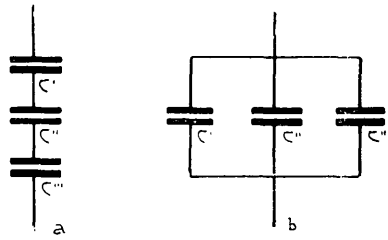


Fig. 9

Il collegamento in serie (fig. 9) *di più condensatori C' C'' C''' porta ad una capacità risultante che è eguale all'inverso della somma degli inversi delle capacità componenti*:

$$\text{Capacità risultante} = \frac{1}{\frac{1}{C'} + \frac{1}{C''} + \frac{1}{C'''}} \qquad (5)$$

Il collegamento in parallelo di più condensatori (C,' C'', C''') dà *una capacità risultante eguale alla somma delle capacità componenti.*

CAPITOLO III

SCARICHE OSCILLANTI ED ONDE ELETTROMAGNETICHE

16. **Scarica oscillante. Circuito oscillante.** — Dalle considerazioni fatte precedentemente si deduce che, in un condensatore carico, le due armature vengono a trovarsi ad una certa differenza di potenziale. Riunendole con un conduttore (fig. 10), munito di uno spinterometro, cioè di due sfere che possono avvicinarsi od allontanarsi, per una deter-

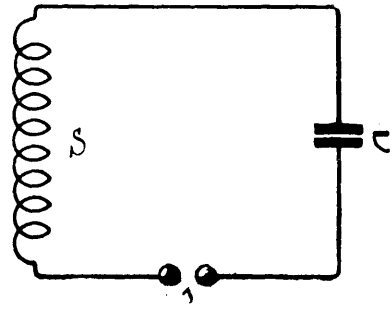


Fig. 10

minata distanza delle due sfere, adeguata alla differenza di potenziale tra le due armature, ha luogo una scarica luminosa e rumorosa dovuta al passaggio rapido di elettricità dall'armatura a potenziale più elevato verso quella a potenziale meno elevato. Vediamo di farci un'idea più esatta del fenomeno e delle sue principali proprietà. Introduciamo nel circuito anche una self S per aumentarne l'autoinduzione. All'atto della scarica si ha un primo passaggio di corrente

dall'armatura a potenziale più elevato verso quella a potenziale meno elevato; quando le due armature si trovano a potenziale equilibrato, la circolazione di corrente tenderebbe a cessare rapidamente, ma, per il fenomeno di autoinduzione esposto al paragrafo 11, la corrente non cessa e l'armatura che si trovava a potenziale meno elevato passa a trovarsi a

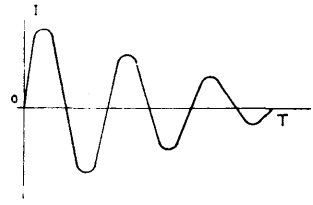


Fig. 11

potenziale più elevato. Si ha così una successiva scarica in senso opposto. Il fenomeno procede alternativamente e periodicamente, sino a che le resistenze del circuito non diminuiscono l'ampiezza della corrente in modo tale che la scarica non è più possibile per quella distanza tra le sfere dello spinterometro. La fig. 11 rappresenta l'andamento dell'intensità in funzione del tempo, durante la scarica di un conden-

Fig. 12

satore attraverso un circuito presentante un certo valore di self. Una scarica siffatta dicesi *oscillante*.

Il circuito considerato, cioè un circuito munito di self e di capacità, dicesi *circuito oscillante*.

Se lo spinterometro di un circuito viene alimentato da una sorgente, per esempio dal secondario di un rocchetto di induzione, ad ogni chiusura dell'interruttore del primario, cioè ad ogni impulso elettrico, si avrà una scarica oscillante ottenendosi una serie di *treni di onde*, come in fig. 12.

I tratti rettilinei rappresentano gli spazi di tempo che intercedono tra una chiusura e l'altra dell'interruttore del rocchetto, ed il loro numero nell'unità di tempo rappresenta la frequenza delle vibrazioni dell'interruttore, da non confondersi con la frequenza delle oscillazioni. Come lo mostra la figura gli spazi rettilinei sono di durata assai maggiore dei treni di oscillazioni.

17. **Influenza della capacità e della self sulla frequenza delle oscillazioni che possono aver sede in un circuito oscillante.** — È intuitivo che un qualsiasi fenomeno oscillatorio potrà assumere frequenze tanto maggiori quanto minore è l'inerzia che esso possiede; nel caso particolare di oscillazioni elettriche la loro frequenza sarà quindi tanto maggiore, quanto minori saranno self e capacità. L'equazione che esprime la legge delle oscillazioni provocate dalla scarica di un condensatore attraverso un circuito oscillante, è la seguente:

$$T = 2\pi\sqrt{LC} \qquad (6)$$

dove T è = periodo, L è = coefficiente di self induzione e C è = capacità. Se L è espresso in henrys e C in farads, T sarà dato in secondi.

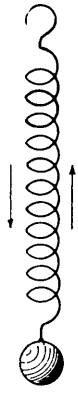


Fig. 13

18. **La risonanza.** — La risonanza è una proprietà importantissima dei circuiti oscillanti. Un esempio meccanico farà comprendere abbastanza chiaramente l'applicazione del fenomeno al caso elettrico.

Supponiamo di afferrare con le dita l'anello A che trovasi fissato ad uno dei capi della spirale S mentre all'altro capo è fissato un peso P. (fig. 13).

Cominciamo con l'imprimere a questo sistema impulsi dall'alto in basso. Se il ritmo delle oscillazioni della mano è periodico e tale da corrispondere perfettamente alle oscillazioni che si generano nel sistema costituito dalla spirale e dal peso, dopo breve tempo le distensioni e le contrazioni della spirale aumenteranno grandemente di ampiezza per il sommarsi degli im-

pulsi. Se, al contrario, il moto della mano non corrisponde al moto oscillatorio che può assumere il sistema, cioè se le oscillazioni della mano sono tali da annullare in tutto od in parte, volta per volta, quelle assunte dalla molla, quest'ultima subirà degli urti, ma l'ampiezza delle sue oscillazioni sarà minima o nulla, anche se quelle della mano sono molto ampie; nel primo caso il moto della molla si dice in sincronismo o in risonanza con gli impulsi della mano.

Galileo Ferraris ricorre ad esempi meccanici per spiegare i fenomeni elettrici di risonanza; riporterò integralmente ciò che egli dice a questo proposito. In un circuito che si trovi in condizioni tali da poter oscillare, cioè munito di self e capacità appropriate *e privo di resistenza ohmica*, « si ha una continua e periodica trasformazione di energia magnetica in energia elettrica ed inversamente, trasformazione, che, essendo nulla la resistenza, può farsi senza consumo di energia.

« La meccanica ci offre esempi di queste trasformazioni. Così, quando un pendolo oscilla nel campo della gravità, senza che alcuna resistenza passiva si opponga al suo moto, si produce una trasformazione continua dell'energia potenziale del pendolo, nel suo punto più alto, in energia cinetica del pendolo sulla verticale.

« Parimenti, se in un corpo perfettamente elastico si produce una prima deformazione, esso continua ad essere soggetto, in modo periodico, a deformazioni eguali ed opposte; si ha anche qui una trasformazione continua di energia cinetica in potenziale, e viceversa.

« Affatto analogo è il fenomeno elettrico.

« Data una carica ad un condensatore, si è in esso accumulata una certa energia potenziale elettrica; la differenza di potenziale fra le due armature genera nel circuito una corrente e perciò una energia magnetica, per effetto della quale si producono forze elettromotrici opposte che caricano il condensatore ad una differenza di potenziale eguale ed opposta a quella di prima; gli stessi fenomeni si ripeteranno quindi in un senso opposto, e così via in modo periodico.

« Si ha dunque una continua trasformazione di energia elettrica in magnetica e viceversa, nella quale supponendo $R = O$ è nullo il consumo ».

In questo fenomeno, *quando è massima l'energia potenziale elettrica è nulla la corrente e viceversa.*

« Se con un artificio qualunque facciamo agire su un tale circuito successive forze elettromotrici periodiche, anche piccolissime, aventi la stessa frequenza, gli effetti prodotti da queste *f. e. m.* si sommano, precisamente come in un pendolo si accumulano gli effetti degli impulsi dati con lo stesso ritmo col quale il pendolo oscilla, e precisamente come in una corda vibrante si aumentano le vibrazioni per le oscillazioni trasmesse da corde vibranti all'unisono con quella ».

Riassumendo, un circuito oscillante, provvisto cioè di capacità e di induttanza, può entrare in risonanza per una determinata forza elettromotrice eccitatrice; cioè, se la forza elettromotrice alternata che agisce sul circuito oscillante, sia direttamente sia induttivamente, è tale che il periodo corrisponda a quello che assumono le forze elettromotrici in quel circuito, ha luogo il fenomeno di risonanza e il circuito oscillante si dice in *accordo* od in *risonanza* con le correnti eccitatrici. Altrimenti le oscillazioni prodottesi nel circuito oscillante per opera dei primi impulsi eccitatori, non avendo lo stesso periodo di questi, saranno annullate dai successivi e il fenomeno di risonanza non avrà luogo.

Nelle radiocomunicazioni la risonanza ha una importanza massima, perchè permette, non solo di porre i circuiti nelle migliori condizioni rispetto alle correnti che debbono ospitare e, più in generale, rispetto ai fenomeni oscillatorii in giuoco, ma anche perchè permette di ottenere la eliminazione delle oscillazioni che potrebbero perturbare la ricezione delle trasmissioni contemporanee. Infatti un apparato ricevitore munito di circuiti oscillanti a self o capacità variabili, cioè a periodo oscillatorio proprio variabile, può esser messo in risonanza (od in sintonia) con quella data oscillazione che si vuol ricevere. Le altre oscillazioni che contemporaneamente sol-

cano l'etere, ma che differiscono, per il periodo, da quella che si vuol ricevere, non provocano nessun effetto. Questa operazione chiamasi *accordo* dell'apparecchio. L'accordo si opera alla ricezione ed anche alla trasmissione, perchè essa possa avere il periodo voluto, come l'accordatore di un pianoforte, diminuendo od aumentando la tensione delle corde, cioè variandone l'inerzia, fa sì che esse assumano il periodo proprio di oscillazione, corrispondente alla nota che debbono rappresentare. In questo caso un impulso qualsiasi, dovuto all'urto del martello, si trasforma, nella corda, in una vibrazione di nota determinata.

19. **Oscillazioni smorzate ed oscillazioni persistenti.** — Abbiamo visto che, alimentando un circuito oscillante, del tipo rappresentato in fig. 10, o meglio caricandone il condensatore con il secondario di un rocchetto di induzione, direttamente o indirettamente, il circuito oscillante diviene sede di un gruppo di treni di oscillazioni, la cui frequenza dipende dai valori della self e della capacità di quel circuito, mentre il numero di questi treni dipende dal numero delle vibrazioni dell'interruttore.

Queste scariche oscillanti hanno il carattere smorzato della fig. 11. Lo smorzamento, cioè la diminuzione progressiva di ampiezza delle ordinate, sino ad annullamento, assai prima che si faccia sentire l'azione di un successivo impulso, dipende dalla dispersione di energia dovuta, in gran parte, alla resistenza ohmica che non è possibile eliminare completamente dal circuito. Così sono smorzate le oscillazioni di un pendolo a cui si diano urti in modo tale che l'azione di uno di essi sia completamente assorbita dalle resistenze passive, prima che giunga l'urto successivo.

I fenomeni di risonanza dovuti all'azione di oscillazioni smorzate, sono poco acuti, poichè la risonanza richiede la azione continua e ritmica, e lo sono tanto meno quanto più smorzate sono le oscillazioni. In radiocomunicazioni l'impiego di queste oscillazioni rende, quindi, poco acuta la sin-

tonia, tanto che le trasmissioni così effettuate sono molto disturbatrici, e lo sono tanto maggiormente quanto più sono smorzate.

Supponiamo, invece, di alimentare un circuito oscillante, non con degli impulsi separati da intervalli di quiete, ma con una continua immissione di energia, in modo tale da rifornire continuamente al circuito oscillante l'energia perduta durante le scariche. Le oscillazioni assumeranno, in questo caso, l'andamento della fig. 14, e saranno simili alle oscilla-

Fig. 14

zioni del pendolo di un orologio di cui il meccanismo, così detto di scappamento, rifornisce continuamente l'energia perduta per attriti.

I fenomeni di risonanza, dovuti a queste oscillazioni, sono acutissimi perchè il fenomeno oscillatorio è continuo e costante.

Le prime descritte diconsi *oscillazioni smorzate* e queste ultime diconsi *oscillazioni persistenti*. Attualmente, in radiocomunicazioni, vi è la tendenza all'impiego esclusivo delle oscillazioni persistenti.

20. **Come si propagano le oscillazioni in un conduttore. — Lunghezza d'onda.** — Sino ad ora ci siamo riferiti al modo col quale è possibile dar luogo ad oscillazioni elettriche in un circuito oscillante e al modo di poter agire sulla loro frequenza; abbiamo anche accennato alla opportunità di impiegare, in radiocomunicazioni, correnti oscillanti a frequenza elevatissima, poichè i fenomeni di induzione sono tanto più sensibili quanto maggiori sono le frequenze delle correnti impiegate. Tuttavia il fenomeno di induzione, come lo abbiamo visto nella fig. 3, anche se è reso più intenso con

l'impiego dei due conduttori avvolti a spirale, è sensibile soltanto a brevissime distanze. Per comunicare a grandi distanze è necessario ricorrere all'impiego dell'antenna, ideata da GUGLIELMO MARCONI nel 1896. Non dobbiamo quindi soltanto, al genio del Grande Italiano, l'idea di impiegare i fenomeni di induzione elettromagnetica per trasmettere segnalazioni a distanza, ma dobbiamo anche a Lui la scoperta dei dispositivi che ne hanno permesso la pratica realizzazione.

Per comprendere il meccanismo del funzionamento di un'antenna, ci riferiremo ad un esempio meccanico.

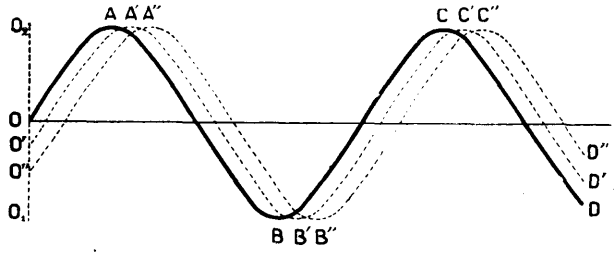


Fig. 15

Supponiamo di imprimere ad una corda abbastanza lunga e distesa per terra, oscillazioni periodiche in senso orizzontale. La deformazione prodotta da queste oscillazioni si propaga lungo la corda allontanandosi dal punto di partenza, tanto da darci l'impressione che anche la corda si allontani. Questo è un semplice fenomeno ottico, poichè la corda rimane salda nelle nostre mani. Si ha quindi uno spostamento di moto e non di materia, come nel caso delle onde marine che non si frangono. Nell'osservarle ci sembra che il mare avanzi verso la spiaggia, mentre il battente delle onde resta sempre al suo posto. La fig. 15 rappresenta l'andamento delle oscillazioni impresse alla corda. Le punteggiate e la curva continua rappresentano, in ogni istante, la forma della corda e quindi l'andamento delle oscillazioni.

Questo per una corda libera all'estremo opposto a quello che riceve gli impulsi. Supponiamo ora la corda fissa allo estremo P, come in fig. 16, e sottoponiamo l'estremo O ad oscillazioni ritmiche comprese tra O^1 e O^2. L'onda partita da O giunge in P, ne è riflessa e torna in O seguendo un andamento inverso al precedente. La sovrapposizione del moto ondulatorio riflesso e di quello diretto provoca un moto risultante della corda, che ha l'aspetto della fig. 16.

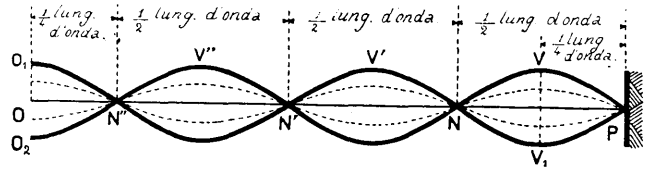


Fig. 16

I punti N, nei quali si incontrano l'oscillazione diretta con quella riflessa, si dicono *nodi*, ed i punti V, che compiono il massimo spostamento, si dicono *ventri*.

Se si dispongono le cose in modo che il punto O risulti sempre in un ventre, la corda può oscillare in uno dei modi indicati nella fig. 17.

Le ondulazioni che così si ottengono si dicono stazionarie ed in acustica si possono realizzare con i così detti tubi risonatori.

È bene notare che le ondulazioni della fig. 17 rappresentano effettivamente il moto della corda e la forma assunta durante questo moto. Lo spazio compreso tra due ordinate massime nello stesso senso dicesi *lunghezza d'onda* ed indicasi con la lettera greca λ (lambda). La lunghezza d'onda è una grandezza lineare, si indica in metri, e rappresenta, in qualsiasi fenomeno ondulatorio propagabile, lo spazio perturbato dall'ondulazione durante il tempo relativo ad un periodo. La formula che dà la lunghezza d'onda è la seguente:

$$\lambda = VT \qquad (7)$$

dove V è la velocità di propagazione dell'energia ondulatoria nel mezzo considerato e che, in particolare, per l'energia ondulatoria elettromagnetica attraverso l'etere, corrisponde a quella della luce, cioè km. 300.000 al minuto secondo, e

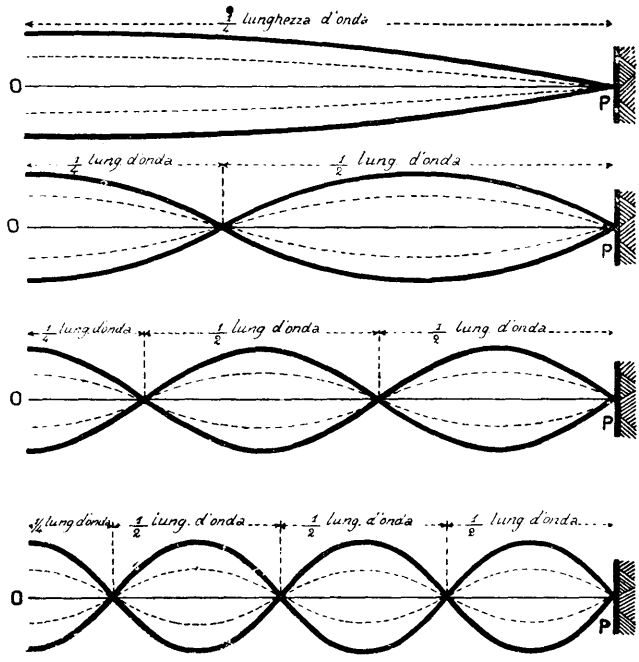


Fig. 17

dove T è il periodo. Osservando i moti ondulatorii che può assumere una corda fissa ad uno degli estremi, si vede che il quarto della lunghezza d'onda per cui la corda può oscillare corrisponde: o alla lunghezza della corda od ai suoi sottomultipli $^1/_3$, $^1/_5$, $^1/_7$...

Dunque se ne deduce che la corda fissa ad un estremo può vibrare per frequenze relative a lunghezze d'onda pari a quattro volte la lunghezza della corda o per frequenze multiple dispari di questa frequenza. Nel primo caso si dice

che la *corda vibra in quarto di onda*, e le frequenze multiple diconsi *armoniche*.

Ritornando al caso di una oscillazione elettrica, supponendo che l'andamento della corda precedentemente considerata rappresenti l'andamento della intensità, avremo una spiegazione del fenomeno oscillatorio in un filo conduttore isolato ad uno degli estremi e con l'altro a contatto con la sorgente delle oscillazioni. *Nei nodi la corrente è costantemente nulla, mentre nei ventri ha costantemente valore massimo.*

Ai nodi di corrente corrispondono ventri di potenziale e viceversa. In questo caso si dice che potenziale e corrente sono in *quadratura*.

21. **Antenna.** — L'antenna è un conduttore tale da potere, non solo divenire sede di oscillazioni elettriche, ma anche tale da poter essere messo, rispetto a queste oscillazioni, in condizioni equivalenti a quelle della corda considerata; è cioè, uno speciale circuito oscillante che realizza condizioni elettriche simili alle condizioni meccaniche realizzate nella corda.

Un filo teso orizzontalmente, con un estremo isolato e con un altro estremo connesso verticalmente alla terra attraverso uno spinterometro alimentato da una corrente alternativa, costituisce ciò che chiamasi una *antenna trasmettente*. Essa, infatti, non è altro che un circuito oscillante il cui condensatore è costituito dal filo orizzontale e dalla terra e la cui self è costituita dal filo orizzontale, da quello verticale e dalla terra. La perturbazione elettrica non si propaga istantaneamente attraverso il circuito, essa ha una velocità finita che corrisponde a quella della luce.

Questo circuito oscillante, avente un estremo connesso alla terra e cioè a potenziale costantemente nullo data la sua grande capacità, — nodo di tensione e ventre di corrente — trovasi nelle condizioni di una corda fissa ad un estremo e libera dall'estremo opposto. L'oscillazione elettrica che può aver sede in un'antenna siffatta, avrà quindi una frequenza tale che la sua lunghezza d'onda sarà eguale a quattro volte

la lunghezza dell'antenna, come nel caso primo della corda. Potrà anche corrispondere alle lunghezze d'onda armoniche, ma è bene notare, a questo proposito, che per esse il rendimento è assai inferiore. Ad un unico filo orizzontale possono sostituirsi parecchi fili connessi in parallelo, e disposti parallelamente od a ventaglio o secondo la superficie di un cilindro.

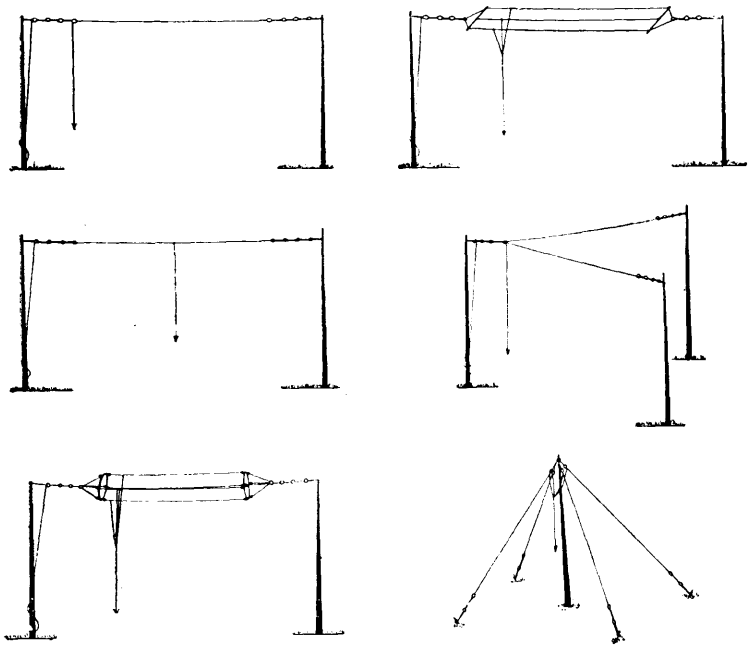


Fig. 18

La fig. 18 rappresenta varie soluzioni per un'antenna, impiegabili a seconda delle condizioni della località nella quale deve essere posta.

22. **Selfs e capacità aggiunte ad un'antenna.** — L'antenna è, come abbiamo detto, un circuito oscillante. Come tale, l'aggiunta opportuna di selfs e capacità variabili potrà modificarne la frequenza propria, cioè la lunghezza d'onda fondamentale.

Ricordando che la lunghezza d'onda è data dalla relazione:

$$\lambda = VT \text{ ed essendo } T = \frac{1}{N} \text{ si avrà:}$$

$$\lambda = \frac{V}{N} \tag{8}$$

Se ne deduce quindi che:

a) *una self inserita alla base di un circuito antenna-terra aumenta la lunghezza d'onda propria del circuito.* Infatti, ne diminuisce la frequenza N, che figura al denominatore della frazione;

b) *una capacità posta in derivazione sulla self di un circuito antenna-terra ne aumenta la lunghezza d'onda.* Infatti, risultando in parallelo con la capacità propria del circuito antenna-terra, la capacità totale sarà eguale alla somma delle due componenti e la frequenza propria del circuito verrà diminuita;

c) *una capacità inserita alla base di un circuito antenna-terra ne diminuisce la lunghezza d'onda propria.* Infatti risultando in serie con quella già esistente del circuito antenna-terra, la capacità risultante (eguale all'inverso della somma degli inversi delle capacità costituenti) sarà minore della capacità primitiva. La diminuzione di lunghezza d'onda propria del circuito antenna-terra non può scendere al disotto di un valore pari al doppio della lunghezza dell'antenna. Infatti, la minore lunghezza d'onda si avrà per una capacità inserita alla base e di valore nullo. Ciò si riduce ad interrompere il circuito antenna-terra alla sua base; si avranno così due nodi di corrente alle estremità dell'antenna e la sua oscillazione corrisponderà a quella di una corda fissa ad ambo gli estremi.

La fig. 19 mostra i tre casi considerati.

L'abaco III fuori testo, permette la conversione rapida della lunghezza d'onda in frequenza (espressa in Kilocicli) e viceversa. Esso è stato ottenuto risolvendo, punto per punto, l'equazione 8 che è l'equazione di un'iperbole. Infatti il prodotto della lunghezza d'onda per la frequenza è costantemente uguale a $V = 300.000$ Km.

Le antenne si impiegano sia per la propagazione che per la ricezione dei segnali.

Una buona antenna deve avere la parte attiva, cioè il filo conduttore sede delle oscillazioni, bene isolata dai supporti con catene di isolatori. La discesa verso la stazione non deve fare gomiti nè passare troppo vicina ad opere metalliche, e possibilmente è bene che sia verticale. Gli apparati debbono

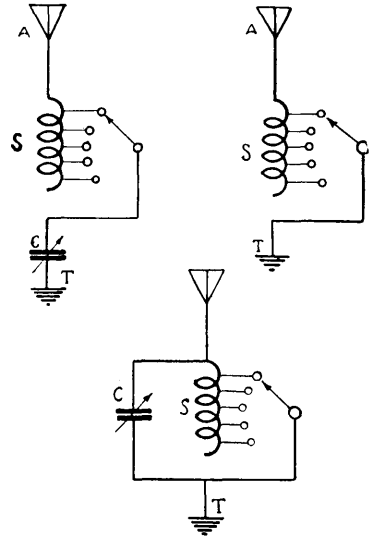


Fig. 19

essere possibilmente vicini alla terra. Nel caso di antenne orizzontali, esse debbono essere elevate dal suolo non meno di 15 metri, ed il più distante possibile da tetti ed altre opere in comunicazione con la terra.

23. **Onde elettromagnetiche e loro propagazione attraverso l'etere.** — Abbiamo visto come un circuito antenna-terra possa entrare in oscillazione elettrica, come queste oscillazioni elettriche si propaghino attraverso un conduttore, e come sia possibile agire sulla loro frequenza e quindi sulla loro lunghezza d'onda; vediamo ora di studiare ciò che avviene nel mezzo, dal quale l'antenna è compenetrata.

Occorre, a questo punto, accettare un'ipotesi universalmente ammessa, quella cioè dell'esistenza di un corpo elasticissimo che tutto compenetra: l'*etere*.

Le oscillazioni elettriche dell'antenna possono in un certo qual modo, considerarsi come delle frustate che l'etere riceve e propaga intorno a sè: come l'urto di un sasso sullo specchio d'acqua tranquillo di uno stagno che propaga successivamente a tutta la superficie un increspamento periodico.

L'etere che compenetra e circonda l'antenna oscillante elettricamente, entra anch'esso in oscillazione conservando la stessa frequenza. Queste oscillazioni si propagano attraverso l'etere con lunghezza d'onda relativa alla frequenza di oscillazione ed alla velocità di propagazione attraverso l'etere. L'andamento delle oscillazioni eteree è longitudinale, cioè le oscillazioni avvengono nel senso della loro propagazione.

Maxwell nel 1882, cioè quattordici anni prima della scoperta della telegrafia senza fili, intuì che queste ondulazioni erano della stessa natura di quelle luminose, differendo da esse soltanto nella frequenza, e che la loro velocità di propagazione attraverso l'etere era finita ed eguale a quella della luce, cioè di km. 300.000 al secondo. Questa intuizione fu poi, con mezzi più perfetti, definitivamente controllata da Blondlot.

Queste oscillazioni eteree si chiamano *onde elettromagnetiche*. Quando queste onde incontrano il sistema oscillante disposto nel modo più acconcio al prodursi dei fenomeni di induzione, esse si ritrasformano nuovamente in ondulazioni elettriche proporzionali a quelle di partenza.

Un'antenna, costituita da un filo verticale, propaga le proprie oscillazioni intorno a sè come in fig. 20, mentre un'antenna costituita da uno o più fili orizzontali propaga le oscillazioni elettromagnetiche più intensamente nella direzione corrispondente a quella dei fili.

24. **Rivelazione delle onde elettromagnetiche.** — Come ho già accennato nelle prime pagine di questo volume, giunti ad indurre a grande distanza fenomeni elettrici, dobbiamo renderli percepibili ad uno dei nostri sensi.

L'italiano Calzecchi Onesti trovò per primo che un miscuglio di polveri metalliche, racchiuse in un tubo tra due elettrodi metallici, offre una resistenza elettrica che diminuisce

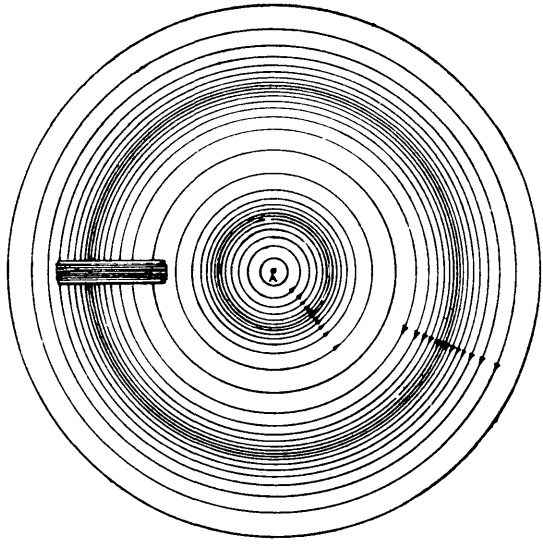


Fig. 20

notevolmente se il miscuglio è sottoposto all'azione di correnti ad alta frequenza. Se le polveri sono poi sottoposte ad un urto, la loro resistenza torna allo stato primitivo. Lo studio di queste proprietà, ripreso dal fisico francese Branly, portò alla realizzazione del primo rivelatore di onde elettromagnetiche che passa sotto il nome di *coherer*.

Lo schema della fig. 21 rappresenta la disposizione di un apparato ricevitore radiotelegrafico nella sua forma primitiva. Quando una oscillazione elettrica viene indotta nel circuito antenna-terra, la resistenza del *coherer* diminuisce; perciò passa una certa quantità di corrente che chiude il primo relais facendo funzionare l'apparato Morse ed il secondo relais la cui ancora percuote il *coherer*, che

torna ad opporsi al passaggio della corrente locale. Così li fenomeno si ripete all'arrivo di ogni segnale.

25. **La telegrafia senza fili.** — Guglielmo Marconi, il 2 giugno del 1896 (data che ogni italiano, nel vero senso della parola, deve scolpire nella propria memoria accanto alle molte altre memorabili) prendeva il *brevetto del telegrafo senza fili*, che coronava le sue lunghe ricerche. Egli, partendo dai principî delle scariche oscillanti, e dagli studî di Righi e

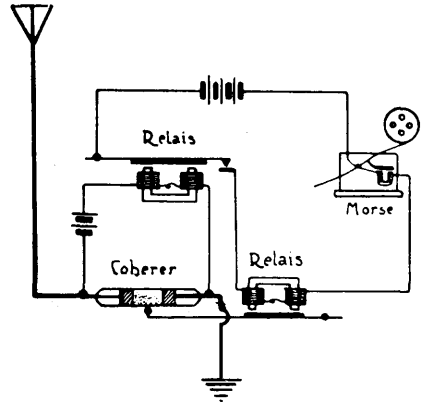


Fig. 21

di Calzecchi Onesti sulle proprietà delle polveri metalliche, ideava e realizzava il modo di propagare e di ricevere, mediante l'*antenna* da lui ideata, le onde elettromagnetiche, dopo aver loro impresso il ritmo convenzionale dell'alfabeto Morse, senza l'ausilio di nessun conduttore, all'infuori dell'etere.

Abbiamo così, come ci eravamo proposti, esaminato i sei elementi costituenti un complesso capace di trasmettere a distanza segnalazioni convenzionali per mezzo di onde elettromagnetiche.

Esamineremo ora brevemente, nella seconda parte, i principali sistemi di trasmissione attualmente in uso.

PARTE SECONDA

TRASMISSIONE

CAPITOLO I

ECCITAZIONE DEL CIRCUITO ANTENNA-TERRA CON OSCILLAZIONI SMORZATE

L'alimentazione di un'antenna di trasmissione dicesi *eccitazione*.

Il circuito oscillante antenna-terra può essere eccitato, dalla sorgente di energia, in due modi diversi e cioè: con *eccitazione diretta* e con *eccitazione indiretta*.

26. **Eccitazione diretta.** — In questo caso, la sorgente è direttamente applicata all'aereo (fig. 22); modificando la

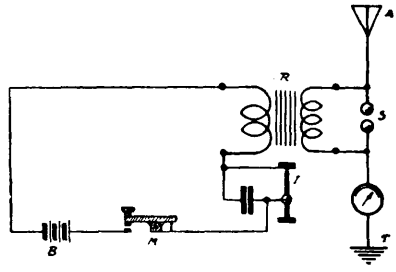


Fig. 22

distanza esplosiva tra le due sfere dello spinterometro, l'amperometro ad alta frequenza, che trovasi tra la self e la terra, segnerà un massimo di corrente nell'antenna, indicando così il miglior rendimento.

Il manipolatore, o tasto *M*, agisce interrompendo il circuito di alimentazione del rocchetto di induzione.

27. **Eccitazione indiretta.** — In questo caso il circuito oscillante, alimentato dalla sorgente, agisce induttivamente

sul circuito antenna-terra, mediante accoppiamento elettromagnetico tra la propria self e quella inserita tra antenna e terra.

L'insieme delle due selfs costituisce un trasformatore che chiamasi di *Tesla*, se i due circuiti sono distinti, (fig. 24) e

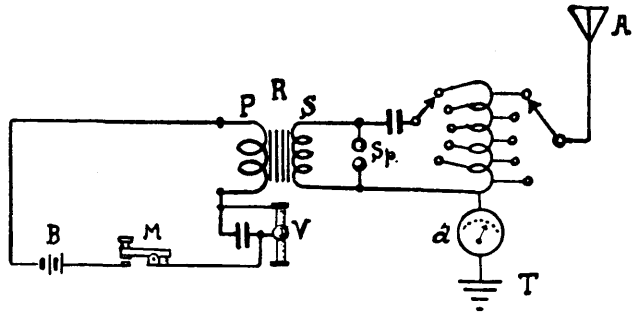


Fig. 23

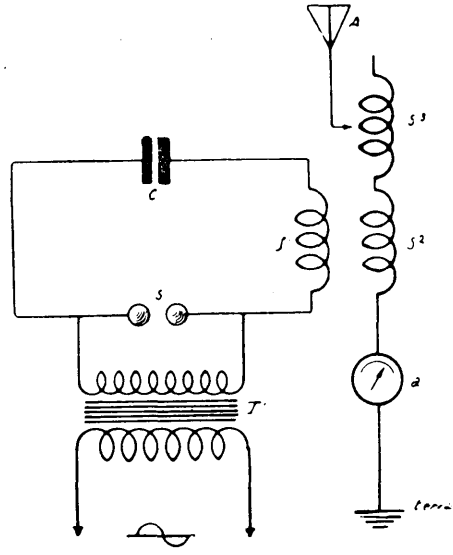


Fig. 24

di *Oudin* se si tratta di un autotrasformatore (fig. 23). In questo secondo caso un'unica self funge da primario e da secondario, ed il rapporto di trasformazione si modifica

agendo sui cursori che sono in numero di due, uno connesso al circuito di alimentazione e l'altro all'antenna. Per il buon rendimento occorre che i due circuiti siano in condizioni di risonanza, cioè siano accordati tra loro. L'accoppiamento tra i due circuiti dicesi *stretto* quando quasi tutto il flusso generato dal primario passa attraverso il secondario; dicesi *lasco* quando solo una piccola parte del flusso dovuto al primario passa attraverso il secondario. Nel caso di un trasformatore di *Tesla* le condizioni di accoppiamento si possono variare in più modi: sia per rotazione di una delle self rispetto all'altra, sia per avvicinamento od allontanamento di una delle selfs secondo l'asse comune.

Nel caso di un trasformatore di Oudin il grado di accoppiamento è tanto più stretto quanto maggiore è il numero delle spire comuni ai due circuiti ideali.

D'ora innanzi, quando tratteremo di un trasformatore nel quale siano in giuoco alte frequenze radiotelegrafiche, lo chiameremo *radiotrasformatore*, mentre chiameremo *audiotrasformatore* ogni trasformatore nel quale siano in giuoco frequenze comprese nel campo udibile (bassa frequenza radiotelegrafica).

L'eccitazione indiretta può effettuarsi in due modi diversi quando essa avvenga col sistema detto *a scintilla*.

28. **Eccitazione indiretta con circuito eccitatore a debole smorzamento.** — Vediamo di renderci conto del fenomeno di induzione tra due circuiti accoppiati, riferendoci all'esempio di due pendoli.

Supponiamo i due pendoli eguali e provvisti dello stesso periodo di oscillazione. Sospendiamoli entrambi ad un filo, come nella fig. 25, e sottoponiamo uno di essi ad un urto, nel senso normale al piano dei due pendoli. Il primo entrerà in oscillazione e, dopo breve tempo, anche il secondo pendolo, trascinato dal primo per torsione attraverso il filo di sostegno, entrerà in oscillazione. È chiaro che il primo pendolo subirà, per questo fatto, un freno alle proprie oscil-

lazioni, le quali andranno, mano a mano smorzandosi, mentre quelle del secondo pendolo aumenteranno d'ampiezza a scapito del moto del primo. Il fenomeno si ripeterà quindi in senso inverso sino a smorzamento completo del moto di tutto il sistema. Ciò avviene per l'azione mutua dei due pendoli. Osservando singolarmente le loro oscillazioni, e paragonan

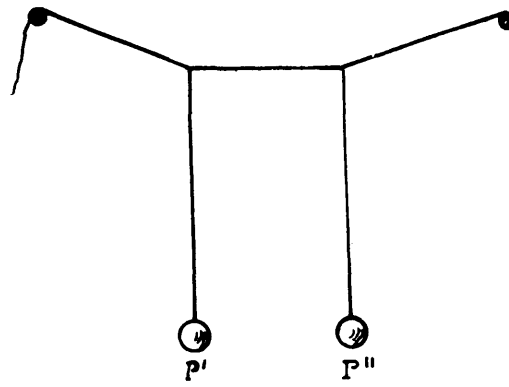


Fig. 25

dole a quelle che ciascuno di essi dovrebbe avere se oscillasse da solo senza essere influenzato dall'altro, si osserva quanto segue:

Quando uno dei due pendoli oscilla, trascinando con il proprio moto il secondo, la frequenza delle oscillazioni, essendo il suo moto frenato dalla cessione di energia all'altro, sarà meno elevata di quella che si avrebbe se il pendolo oscillasse liberamente da solo. Quando, invece, il primo pendolo oscilla perchè trascinato dal secondo, non risultando il proprio moto frenato, ma essendo anzi aiutato da successivi impulsi periodici che si sommano per fenomeno di risonanza, il moto pendolare assume una frequenza superiore a quella che si avrebbe se il moto fosse libero. In definitiva, quindi, i due pendoli oscillano con due frequenze che sono, rispetti-

vamente, un poco meno elevate ed un poco più elevate della frequenza propria dei due pendoli supposti eguali e considerati oscillanti liberamente e indipendentemente. Quest'ultima frequenza è compresa tra le due frequenze dei pendoli reagenti l'uno sull'altro. La differenza fra queste ultime frequenze è tanto maggiore quanto più rigido è il legame fra i due pendoli.

Nel caso di oscillazioni elettriche, i due pendoli rappresentano i due circuiti accoppiati del radiotrasformatore e la rigidità del legame è rappresentata dal grado di accoppiamento. Vediamo ora di proseguire nel paragone. Scoccata la scintilla, ha luogo, nel circuito primario, una oscillazione elettrica che indurrà nel circuito secondario — antenna-terra — un'altra oscillazione, la quale, reagendo a sua volta sul primario con una forza controelettromotrice tanto più sensibilmente per quanto più stretto sarà l'accoppiamento, darà luogo ad un fenomeno elettrico simile a quello pendolare considerato. Il fenomeno si ripeterà alternativamente, come accadeva tra i pendoli, sino a che la scintilla del circuito eccitatore non si spegnerà, interrompendo il primario. A questo punto l'azione mutua cessa e riprende allo scoccare della scintilla successiva.

Se rappresentiamo queste oscillazioni con una curva in funzione della intensità e del tempo (fig. 26), vediamo che nel circuito antenna-terra, in luogo di una oscillazione come quella teorica di *b*, abbiamo una oscillazione come quella di *d* e così nel primario una oscillazione come quella di *c*.

La curva che esprime l'andamento della intensità in funzione del tempo nel circuito antenna-terra è del tipo di quella che si ottiene componendo due oscillazioni contemporanee nello stesso circuito e che abbiano tra loro una leggera differenza di frequenza. Infatti, essendovi tra esse una differenza di frequenza, i valori delle ordinate ed i loro segni non corrisponderanno nel tempo; in alcuni momenti le ordinate si sommeranno ed in altri momenti si sottrarranno.

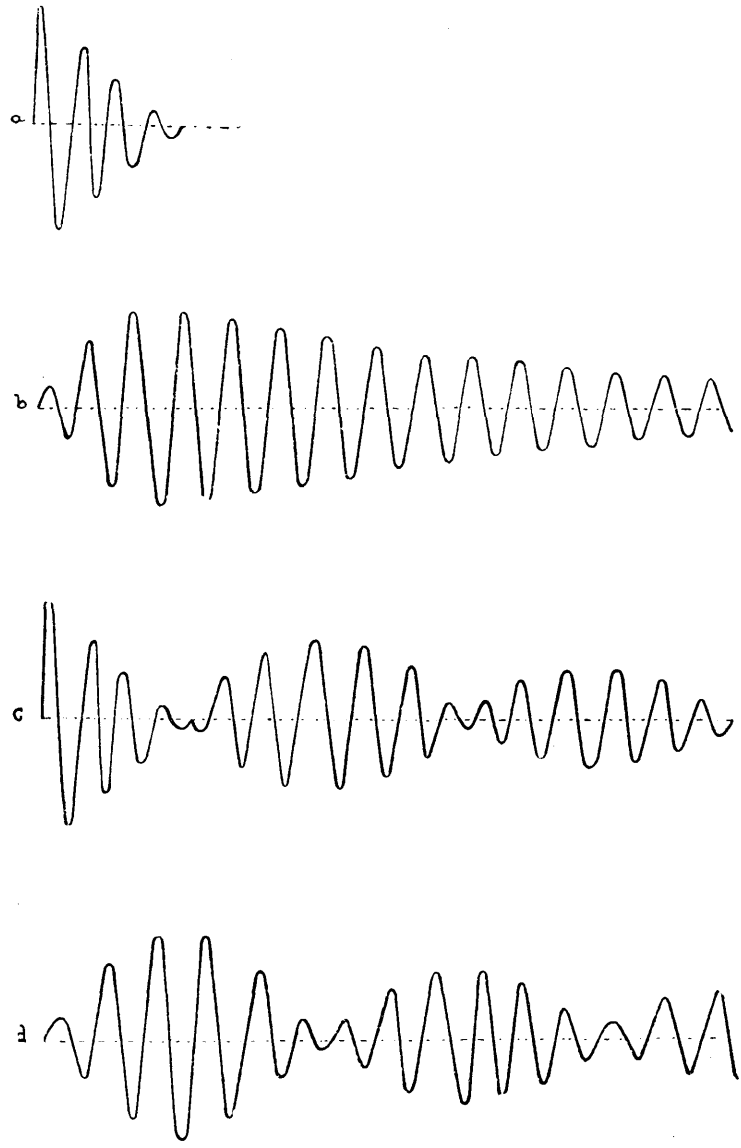


Fig. 26

Facendo un'esperienza grafica, cioè componendo graficamente due fenomeni oscillatorî di frequenza leggermente differente, si otterrà una curva risultante come quella ottenuta nella fig. 26 (*d*). Il fenomeno dicesi *battimento* e la curva risultante dicesi curva di *battimenti* (vedi paragrafo 53).

Si può quindi ammettere che nel circuito antenna-terra abbia luogo un fenomeno simile a quello ora considerato: infatti, un controllo eseguito con uno strumento capace di poter misurare la frequenza di una oscillazione elettrica (ondametro), rivela la presenza contemporanea di due lunghezze d'onda diverse che comprendono quella fondamentale del circuito antenna-terra.

Dal punto di vista della ricezione dei segnali, questo fenomeno si traduce in una diminuzione di rendimento poichè, non potendosi contemporaneamente ricevere le due lunghezze d'onda, l'energia di una di esse resta inutilizzata. Si aggiunga che la presenza di due trasmissioni, in luogo di una, raddoppia le cause di disturbo per le altre stazioni che ricevono contemporaneamente. Disponendo, quindi, di un sistema trasmettitore come quello ora studiato, si ricorre, per migliorarne le condizioni di funzionamento, al ripiego di rendere assai lasco il grado di accoppiamento tra i due circuiti del radiotrasformatore, in modo da ridurre praticamente trascurabile la differenza tra le due lunghezze d'onda. Così si elimina l'inconveniente della inutilizzazione di una delle due lunghezze d'onda, ma l'accoppiamento lasco diminuisce il rendimento di trasformazione e quindi l'intensità delle trasmissioni. Per eliminare questi inconvenienti è meglio ricorrere al sistema di:

29. **Eccitazione ad impulsione.** — In questo sistema si utilizza uno speciale spinterometro, che, nella sua realizzazione migliore, è costituito da una serie di dischi anulari aventi un ingrossamento centrale, riuniti in coppie isolate l'una dall'altra mediante dischetti di porcellana (fig. 27).

Questa serie di dischi fraziona la scintilla, che si avrebbe in uno spinterometro comune, in più scintille elementari, che scattano tra gli ingrossamenti di due coppie contigue. Innanzi tutto, questo spinterometro si raffredda molto facilmente, contribuendo ad uno spegnimento più rapido della scintilla; in secondo luogo, la vicinanza dei dischi provoca un rapido assorbimento — da parte dei dischi stessi — degli ioni elettrizzati, che provocano e mantengono la scintilla, d'onde

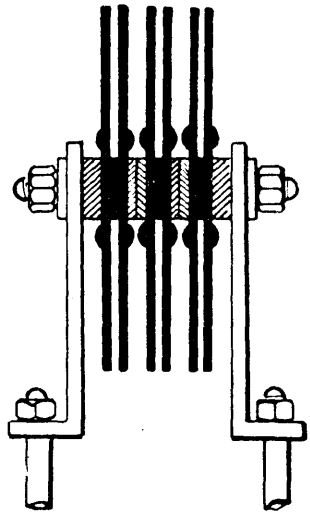


Fig. 27

un secondo fattore che contribuisce al rapido spegnimento della scintilla. Spentasi la scintilla, subito dopo aver conferito l'impulso elettrico all'antenna, questa non può reagire sul primario perchè esso risulta interrotto: non ha quindi luogo il fenomeno di azione mutua e così nel circuito antenna-terra può aver luogo l'oscillazione regolare con la frequenza propria di quel circuito. Nella fig. 26 la curva *a* rappresenta la oscillazione nel primario e la curva *b* quella nel secondario.

Lo stesso avverrebbe nel caso dei due pendoli se, dopo poche oscillazioni compiute dal primo, lo si arrestasse, impedendogli di reagire sul secondo dopo avergli conferito il proprio moto.

Con il sistema *ad impulsione* (od *a scintilla frazionata*), oggi generalmente impiegato negli impianti trasmettitori a scintilla, il rendimento è molto aumentato poichè è possibile stringere l'accoppiamento al massimo grado, spingendo il rendimento senza, per questo, cadere negl'inconvenienti precedentemente accennati.

CAPITOLO II

ECCITAZIONE DEL CIRCUITO ANTENNA-TERRA CON OSCILLAZIONI PERSISTENTI

Sino ad ora si è considerato il caso di produzione di oscillazioni elettriche ad alta frequenza, prodotte dalla scarica di un condensatore attraverso uno spinterometro alimentato dal secondario di un rocchetto di induzione o di un trasformatore. Attualmente vi è tendenza decisa a sostituire, a questi sistemi, altri che permettono di alimentare il circuito antenna-terra, od un circuito oscillante con esso accoppiato, mediante correnti a frequenza radiotelegrafica, di ampiezza costante, cioè, in una parola, con oscillazioni che si dicono *persistenti*.

I comuni alternatori industriali producono correnti alternative ad andamento persistente, ma la loro frequenza è assai bassa. Dal punto di vista teorico la soluzione più semplice è, quindi, quella di costruire alternatori la cui frequenza raggiunga quella radiotelegrafica, e con essi di alimentare direttamente il circuito antenna-terra.

30. **Alternatore ad alta frequenza.** — Gli alternatori ad alta frequenza, ciononostante, per la loro difficile realizzazione industriale, non sono tra i primi apparati ideati per la produzione diretta di correnti a frequenza radiotelegrafica. Attualmente il progresso meccanico ha permesso la realizzazione di alcuni tipi di questi alternatori in modo così sodisfacente che quasi tutti i più importanti centri radiotelegrafici mondiali ne sono muniti.

Dal punto di vista teorico, l'ideazione di un alternatore a radiofrequenza non presenta difficoltà; al contrario, la sua

attuazione non è cosa facile, se si pensa che la frequenza di una corrente alternativa è funzione del numero dei poli dell'alternatore e del numero dei giri del rotore. Infatti, la elevatissima velocità di rotazione del rotore, il gran numero di espansioni polari, la regolarità estrema di marcia — da cui evidentemente dipende la costanza di frequenza e quindi di lunghezza d'onda della trasmissione — costituiscono gravi difficoltà costruttive che, come ripeto, sono state risolte, al giorno d'oggi, in modo assai sodisfacente.

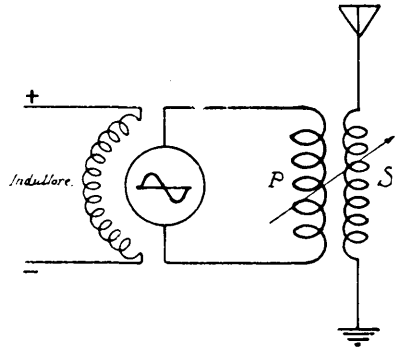


Fig. 28

La fig. 28 mostra lo schema di principio dell'eccitazione del circuito antenna-terra con corrente a radiofrequenza, direttamente generata da un alternatore e quindi ad andamento persistente.

In una alimentazione dell'antenna direttamente con un alternatore, il tasto manipolatore cortocircuita la macchina. In tal modo ne risulta una serie di gruppi di onde più o meno lunghi, in corrispondenza dei punti e delle linee. Questi gruppi di oscillazioni sono di ampiezza costante. La manipolazione, così ottenuta, presenta speciali vantaggi economici, in quanto che, tra un segnale e l'altro, vi è un consumo trascurabile di energia. Inoltre, non essendo la macchina,

sottoposta ad un lavoro continuo, è possibile richiederle maggiori sforzi, senza, per questo, pregiudicarne nè la durata, nè il buon funzionamento.

Come abbiamo detto, la frequenza di una corrente generata da un alternatore è funzione del numero dei giri, nell'unità di tempo, dell'indotto rispetto all'induttore (cioè, velocità relativa del *rotore* e dello *statore*) e del numero delle paia di poli (Nord e Sud).

Chiamando con F la frequenza, con N la velocità relativa e con n il numero delle paia di poli, si ha la seguente relazione:

$$F = N \cdot n \qquad (9)$$

Dalle considerazioni fatte è evidente quanto debba essere accurata e complessa la costruzione di alternatori ad alta frequenza, in quanto che, per raggiungere la lunghezza d'onda di 10.000 metri, che pure è sempre una lunghezza d'onda considerevole, occorre una frequenza di 30.000 periodi (30 kilocicli), cioè una velocità di rotazione assai elevata.

Per queste difficoltà, volendo impiegare lunghezze d'onda medie, restando tuttavia nel campo degli alternatori, occorre elevare le frequenze con speciali *moltiplicatori di frequenza* (duplicatori e triplicatori).

I moderni alternatori posseggono indotto ed induttore fissi. Il rotore è costituito dal nucleo, dentato alla periferia, che, rotando tra indotto ed induttore, varia il campo e quindi il flusso dell'induttore, concatenato all'indotto.

La fig. 29 mostra la sala degli alternatori da 500 Kw. antenna del radio-centro di St. Assise, presso Parigi.

31. **Generatori di oscillazioni persistenti ad arco.** — Un altro sistema per la produzione di correnti alternative ad alta frequenza a carattere persistente, molto impiegato per l'addietro, ma che attualmente accenna a scomparire, è quello così detto *ad arco*.

Non occorre qui ricordare che, creando una differenza di potenziale tra due carboni di storta, e portandoli, quindi a

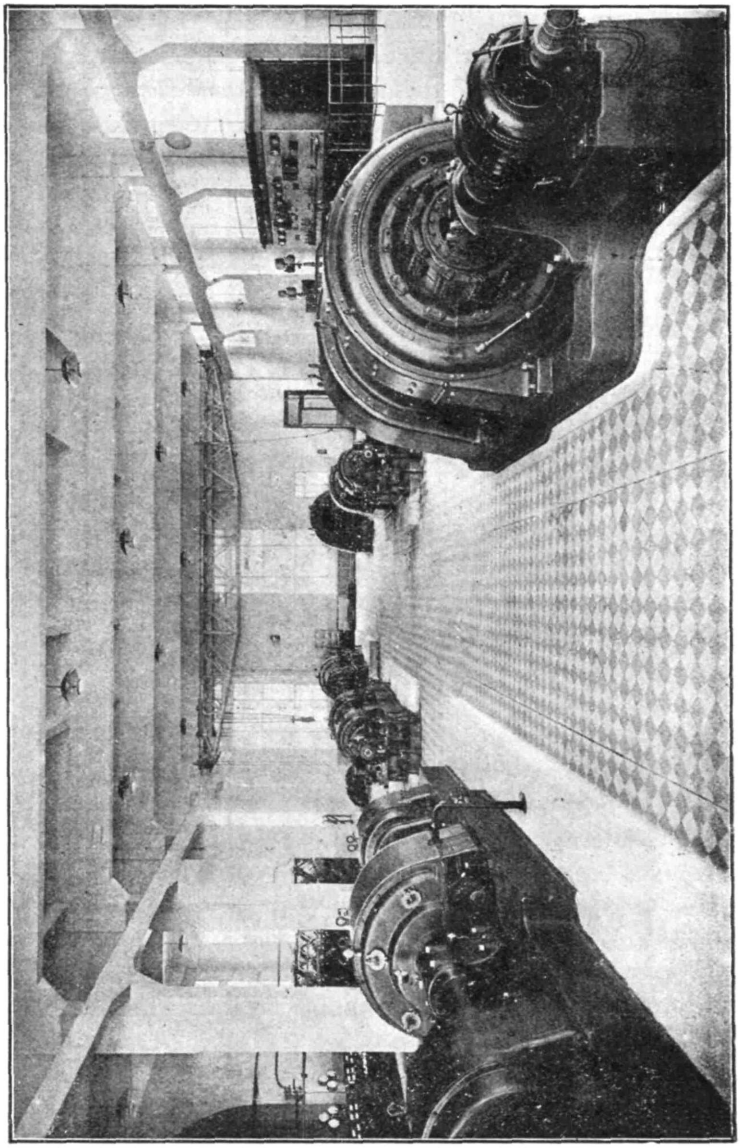


Fig. 29 – Sala degli alternatori da 500 Kw. del Radio-Centro di St. Assise (Parigi).

contatto, la elevata temperatura che si raggiunge per il passaggio della corrente attraverso il contatto imperfetto delle punte, volatilizza il carbone tanto da render conduttore lo spazio che si crea tra esse distaccandole. La corrente prosegue a circolare attraverso questo mezzo conduttore gassoso, ma fortemente resistente, che diviene incandescente per l'elevata temperatura, brillando di vivissima luce. Su questo principio sono basate le comuni lampade ad arco.

Disponendo due carboni in un circuito come quello di fig. 30, e facendo sprigionare l'arco fra di essi, si ode un suono.

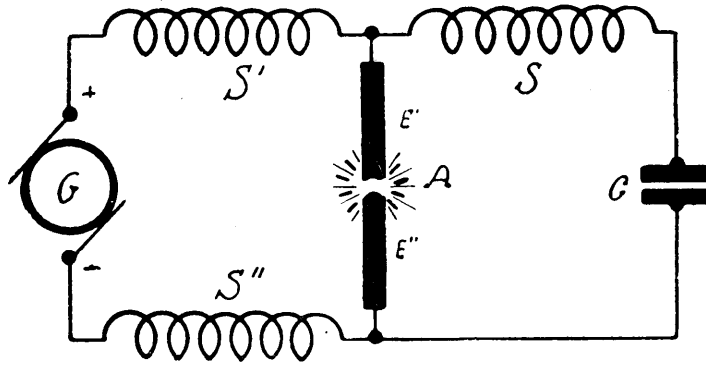


Fig. 30

Questo arco è detto *cantante*, appunto per il fenomeno acustico cui dà origine. Il fenomeno si svolge nel modo seguente: Accesosi l'arco, cioè chiusosi il circuito oscillante *A-S-C*, le armature del condensatore *C* si caricano e quindi si scaricano successivamente attraverso l'arco, determinando il fenomeno delle oscillazioni elettriche dovuto alla scarica di un condensatore attraverso un circuito presentante un certo valore di self. Queste oscillazioni fanno sì che i carboni, o comunque, gli elettrodi *E'*, *E''* siano successivamente attraversati da correnti in senso inverso che si sovrappongono a quella costante e continua, dovuta al generatore, elevandone

o diminuendone il potenziale periodicamente, a seconda del loro segno. Le scariche del condensatore, che dovrebbero essere di carattere assai smorzato per l'effetto della elevata resistenza dell'arco, sono invece di carattere persistente poichè il generatore a corrente continua, dal quale l'arco è alimentato, fornisce continuamente alle armature del condensatore nuove cariche elettriche, in sostituzione di quelle perdute per resistenza ohmica.

Questo fenomeno ha una analogia col fenomeno meccanico dovuto al congegno di *scappamento* che si impiega negli orologi a pendolo.

L'energia che il moto pendolare perde per attriti (resistenze passive) è, volta per volta, rifornita, per mezzo del congegno di scappamento, dall'energia potenziale immagazzinata nella molla durante la carica.

In tal modo le oscillazioni del pendolo risultano di ampiezza costante.

In definitiva, l'arco è alimentato da correnti ad intensità variabile periodicamente, le quali fanno vibrare la fiamma; se il periodo proprio di oscillazione del circuito ha una frequenza compresa nella gamma udibile, queste vibrazioni sono sonore.

Da questo fenomeno sono partiti gli studî e le ricerche di molti per giungere alla generazione di oscillazioni elettriche a radiofrequenza ed a carattere persistente, modificando e perfezionando il sistema descritto.

Paulsen portò l'arco oscillante ad una perfezione tale che gli permise di essere vantaggiosamente impiegato, per un certo tempo, nei principali centri radiotelegrafici mondiali e specialmente per le grandi potenze di trasmissione.

Egli fece scaturire l'arco tra un elettrodo di carbone ed uno di rame raffreddato internamente, disposti in un ambiente di vapori di alcool, tra i poli di due potenti elettromagneti.

Con questo dispositivo si è potuto realizzare un regime di oscillazioni a radiofrequenza ed a carattere persistente.

Le oscillazioni raggiungono una ordinata massima che corrisponde alla intensità di regime fornita dal generatore a corrente continua. Si comprende quindi come, quando il senso del semiperiodo della corrente oscillante sia quello opposto al senso della corrente di alimentazione, l'arco si spenga per riaccendersi durante il semiperiodo successivo. I vapori di alcool favoriscono, appunto, la rapida riaccensione, mentre il flusso dovuto agli elettromagneti favorisce lo spegnimento.

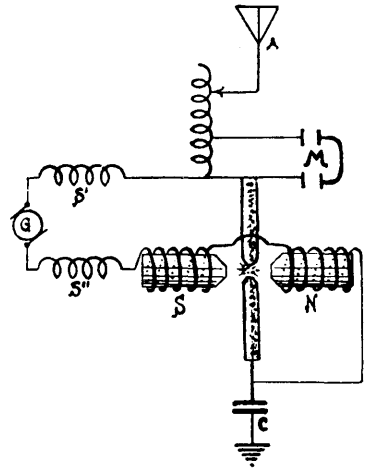


Fig. 31

In un tale regime di scariche si vede che, per la interruzione del circuito ad ogni periodo, il condensatore ha modo di ricaricarsi completamente, mentre, nel caso delle oscillazioni smorzate, il fenomeno oscillatorio, iniziatosi al primo impulso di corrente, continua sino ad esaurimento della carica del condensatore e quindi cessa, prima del giungere del secondo impulso.

La fig. 31 mostra lo schema di principio del montaggio di un arco. La grande potenza in giuoco nel circuito di alimentazione dell'arco non permette di eseguire la manipolazione dei segnali agendo su di esso, poichè si avrebbero,

non solo intense scintille di rottura dovute al passaggio di tutta l'intensità attraverso il manipolatore, ma la stessa generatrice di alimentazione subirebbe intense variazioni di carico. La manipolazione si ottiene quindi cortocircuitando col tasto alcune spire della induttanza d'antenna; più precisamente, quando il manipolatore non funziona, cioè quando il tasto è alzato, alcune spire della self di antenna si trovano in corto circuito; il manipolatore, abbassandosi, comanda un relais che toglie dal corto circuito queste spire. Durante i segnali, la lunghezza d'onda di trasmissione corrisponde, così, a quella fondamentale della stazione, mentre, tra un segnale e l'altro, la lunghezza d'onda si abbassa. Il ricevitore, che è sintonizzato sulla lunghezza d'onda fondamentale (cioè quella dovuta all'impiego di tutta la self d'antenna), percepisce soltanto i segnali. Con apparati forniti di scarsa sintonia è facile mettere in evidenza contemporaneamente le due onde, cioè quella *fondamentale* e l'altra di *compensazione*, sotto forma di un pigolìo, se la ricezione avviene ad udito. In ogni modo, è sempre possibile intensificare il suono dell'onda fondamentale, sapendo che questa è maggiore dell'onda di compensazione.

32. **Teoria generale sul funzionamento della valvola ionica.** — Questo ingegnoso strumento, al quale si deve, in gran parte, l'odierno mirabile progresso nel campo delle radiocomunicazioni, passa sotto varî nomi: *triode, valvola termoionica, lampada-valvola, audion, relais ionico.* Il punto di partenza che ha condotto alla ideazione del triode, ed alle sue interessantissime e svariatissime applicazioni, è il seguente:

Se un corpo è portato allo stato di incandescenza, con un mezzo qualsiasi, l'esperienza dimostra che dà luogo ad una proiezione di particelle elettrizzate negativamente, dette elettroni. Questa proiezione diviene assai più intensa e coordinata se, in prossimità del corpo incandescente, si trova un corpo caricato positivamente.

Questa scoperta si deve ad Edison, che venne a conoscenza del fenomeno, studiando la lampada elettrica ad incandescenza, di sua invenzione.

Vediamo di farci un'idea di ciò che accade in una lampada elettrica, a vuoto molto spinto, nell'interno della quale sia stata aggiunta una placca metallica mantenuta ad un potenziale positivo come in fig. 32.

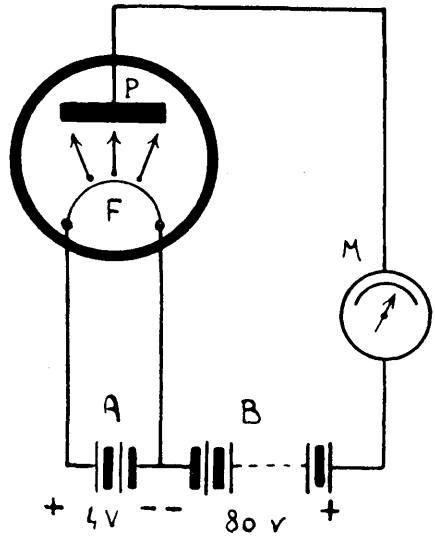


Fig. 32

La batteria A da $4 \div 6$ volts è detta *batteria di accensione* ed è impiegata per rendere incandescente il filamento F. La batteria B da $60 \div 80$ volts è detta *batteria anodica* (da anode, che indica, in fisica, l'elettrode positivo), ed è impiegata per mantenere costante il potenziale positivo della placca P che, altrimenti, si abbasserebbe sotto la neutralizzazione delle proprie cariche, per influenza di quelle di segno opposto inviatele dal filamento.

Accesa la lampada, il milliamperometro M segnerà una corrente di un certo valore I. Tale corrente dimostra che lo

spazio vuoto separante la placca dal filamento permette il passaggio di una corrente. Infatti, gli elettroni negativi che investono la placca, neutralizzando le sue cariche positive, richiamano dalla sorgente anodica altre cariche positive che vengono, alla loro volta, neutralizzate da nuove cariche di senso opposto. Il fenomeno prosegue come se lo spazio che separa la placca dal filamento fosse un vero e proprio conduttore.

L'accensione del filamento porta, così, la resistenza interna della lampada, che è inserita nel circuito, da un valore infinito ad un valore finito. Cioè, mentre a lampada spenta non passava corrente, a lampada accesa il milliamperometro *M* ne indica, al contrario, il passaggio. Si può quindi ammettere che la lampada accesa divenga un conduttore, il quale, naturalmente, sarà provvisto di una certa resistenza. Questa *resistenza è apparente* in quanto che non è una vera e propria resistenza ohmica dovuta alla materia costituente il circuito, ma ad uno stato di cose che produce gli stessi effetti.

33. **Valvola a due elettrodi o di Fleming.** — La lampada, come ora l'abbiamo descritta, fu ideata da Fleming ed impiegata come valvola che permette di influire sulla circolazione di una corrente nel circuito nel quale la valvola è inserita.

Supponiamo infatti di modificare il potenziale della placca facendogli assumere valori positivi e negativi. È evidente che, durante queste variazioni, gli elettroni negativi sono attratti, più o meno, dalla placca od anche completamente respinti, in funzione delle tensioni assunte da quest'ultima (non occorre ricordare, a questo punto, che cariche elettriche di egual segno si respingono, mentre cariche elettriche di segno opposto si attraggono).

Il massimo valore che può raggiungere la corrente placca-filamento dipende dalla quantità di elettroni che il filamento può emettere nell'unità di tempo, cioè dalla sua temperatura (posto che la tensione di placca sia tale da assorbirli tutti). Questa intensità dicesi *corrente di saturazione*.

Applicando al posto della batteria *B* una sorgente elettrica alternativa, ogni volta che la semionda negativa attaccherà la placca non si avrà nessun passaggio di corrente, mentre la corrente passerà quando la placca sarà sottoposta all'azione della semionda positiva.

La lampada di Fleming funziona quindi da *valvola raddrizzatrice di corrente*, nel senso che, inserita in un circuito di corrente alternativa, lascia passare soltanto le semionde positive.

Non essendovi nessuna parte meccanica in movimento, e non intervenendo nessun fenomeno magnetico, questa valvola è completamente sprovvista d'inerzia; il suo funzionamento avrà luogo, quindi, per qualsiasi frequenza.

34. **Lampada a tre elettrodi (triode).** — De Forest ebbe l'idea di interporre, nello spazio placca-filamento di una valvola ionica, un terzo elettrode che, per la sua forma primitiva, ha preso il nome di *griglia*. Era infatti costituito da una minuta rete metallica.

In una valvola siffatta connettiamo la placca al polo positivo di una batteria *B* il cui polo negativo sarà connesso al polo negativo della batteria *A* attraverso un milliamperometro M^2; la griglia sarà connessa ad una batteria *C* di una diecina di volts, di cui si potrà far variare il numero degli elementi e invertire la polarità nei riguardi della connessione con la griglia; l'altro polo di questa batteria sarà connesso al negativo del filamento attraverso un secondo milliamperometro *M'*, come nella fig. 33.

Con questo dispositivo si sono realizzati i seguenti circuiti: *placca-filamento*, *griglia-filamento* ed, in fine, *filamento-placca*, a filamento riscaldato.

Questi tre circuiti si trovano ad avere un polo comune: il polo negativo del filamento, la cui tensione si assume come tensione *O* di riferimento.

Cominciamo col far variare il potenziale della griglia rispetto a quello del filamento, lasciando costante la tensione

della placca (circa 80 volts), e sorvegliamo i milliamperometri di controllo inseriti nei circuiti placca-filamento e griglia-

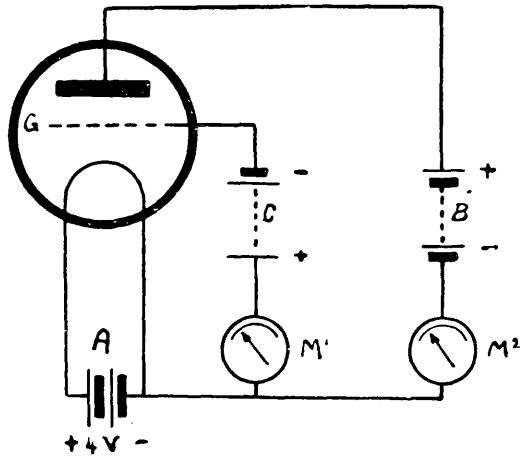


Fig. 33

filamento. I risultati di questa analisi, graficamente illustrati nella curva della fig. 34, saranno i seguenti:

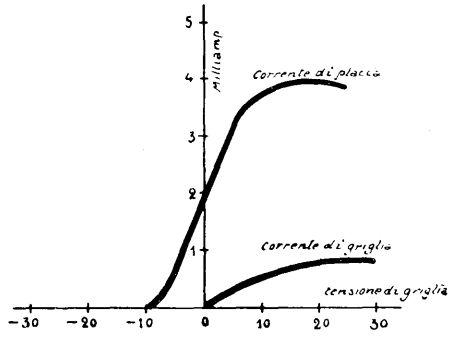


Fig. 34

Per una certa tensione negativa di griglia rispetto al filamento, cioè per valori molto più negativi di qualsiasi punto del filamento, la griglia respingerà tutti gli elettroni richia-

mati dalla placca carica positivamente, ed il milliamperometro M^2 non segnerà il passaggio di nessuna corrente. Così pure avverrà per il milliamperometro M'. Diminuendo il numero degli elementi della pila C, e cioè il valore assoluto del potenziale della griglia, si giungerà ad un certo punto nel quale questo potenziale, pur risultando ancora molto inferiore a quello di una parte del filamento (la parte positiva), si avvicinerà al potenziale della parte negativa di questo, cioè allo O della fig. 34. A questo punto il milliamperometro M^2 comincerà ad indicare il passaggio di una debole corrente nel circuito placca-filamento. Questo fatto dimostra che la resistenza apparente dello spazio placca-filamento, sino allora infinita, comincia a diminuire perchè la griglia non potrà più opporsi all'attrazione esercitata dalla placca, ed un certo numero di ioni negativi passerà attraverso gli spazî vuoti della griglia per raggiungere la placca, ad onta dell'azione tuttora repulsiva della griglia. Diminuendo ancora il valore assoluto del potenziale di griglia rispetto al negativo del filamento, cioè avvicinandolo ancor più allo O, la corrente placca-filamento aumenterà di valore. Si prosegue sino a che la griglia non avrà raggiunto la tensione eguale a quella dell'estremo negativo del filamento. Quando tutti gli elementi della batteria C saranno stati tolti, punto O della curva, si inverte la polarità delle sue connessioni e si cominciano ad aggiungere, ad uno ad uno, gli elementi che sono stati tolti. Questa operazione dà luogo al passaggio di una corrente griglia-filamento indicata dal milliamperometro M', il che sta a dire che anche la resistenza dello spazio griglia-filamento ha assunto un valore finito. La griglia, a questo punto, non solo non si oppone più all'attrazione degli elettroni negativi da parte della placca, ma ne attira una porzione, determinando la circolazione di una corrente griglia-filamento che va a scapito di quella placca-filamento, poichè assorbe una parte del flusso elettronico emesso.

Proseguendo in modo che il potenziale della griglia assuma valori crescenti positivi, rispetto al potenziale O del-

l'estremo negativo del filamento, i due milliamperometri segneranno crescenti valori di corrente sino a che la griglia, assorbendo sempre maggior numero di elettroni, non giungerà a far diminuire la corrente placca-filamento. La massima intensità raggiunta dalla corrente placca-filamento dicesi *corrente di saturazione*.

Nel triode la griglia funge da valvola regolatrice del a corrente placca-filamento; le due curve della fig. 34 si dicono rispettivamente: *caratteristiche di griglia* e *di placca*.

La tensione agli estremi del filamento, cioè la sua temperatura, influisce sul valore della corrente di saturazion e che è, anche in questo caso, maggiore per temperature maggiori.

La tensione di placca influisce, al contrario, sull'inizio della corrente placca-filamento, per cui, a tensioni di placca maggiori, corrispondono spostamenti verso sinistra, rispetto ad *O*, dell'inizio della corrente placca-filamento.

La fig. 35 mostra l'andamento di tre diverse caratteristiche di placca relative ad una stessa valvola, ma ottenute con tre diverse tensioni di placca e con tre diverse temperature del filamento.

Osservando l'andamento della curva che esprime la legge con cui varia la corrente placca-filamento in funzione delle tensioni di griglia, se ne traggono le seguenti conclusioni:

1° *Nel punto più basso della curva, e più precisamente nel vertice del gomito inferiore, si nota che, anche forti aumenti della tensione negativa di griglia, provocano trascurabili passaggi di corrente placca-filamento, mentre anche minime diminuzioni della tensione negativa di griglia, provocano sensibili passaggi di corrente placca-filamento.* Questo costituisce quindi un fenomeno di *raddrizzamento indiretto* nel senso che, se la griglia viene sottoposta a variazioni di tensione, intorno ad un valore medio corrispondente al vertice su accennato, dovute all'azione di una corrente alternativa agente tra griglia e filamento, si ha, come risultato, il passaggio di una corrente di senso costante tra placca e filamento, *ma dovuta, non alla*

sorgente eccitatrice C, *bensì alla batteria* B. *L'azione della lampada a tre elettrodi è quindi quella di un relais che, come quelli elettromeccanici, sotto l'azione di una corrente qualsiasi, comanda l'andamento di una corrente locale.* Questo relais,

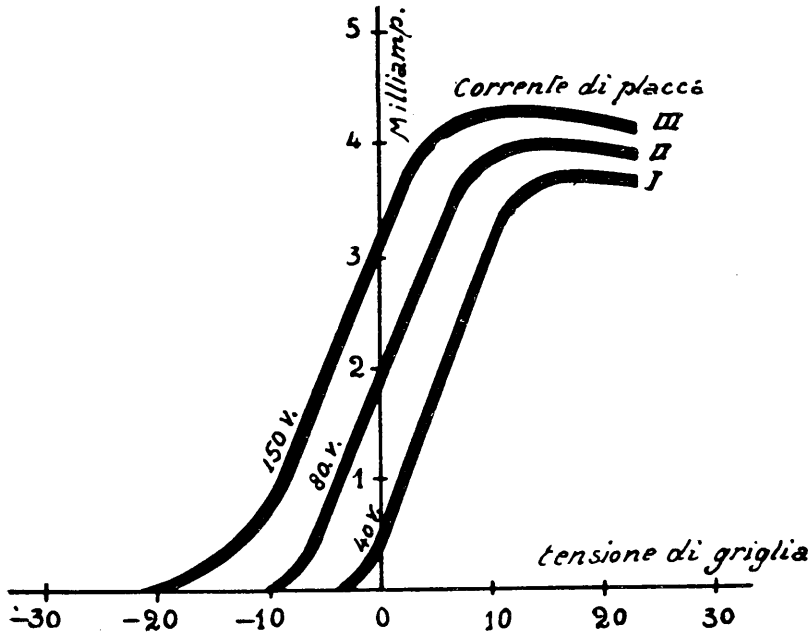


Fig. 35

essendo completamente privo d'inerzia, obbedisce fedelmente, ed istantaneamente, a correnti di non importa quale frequenza.

2° *Variazioni, anche piccole, del potenziale di griglia attorno ad un potenziale che corrisponda presso a poco al punto medio del tratto rettilineo della caratteristica di placca, provocano ampie variazioni della corrente placca-filamento, dovute alla forte pendenza della caratteristica di placca; inoltre, queste variazioni sono fedelmente riprodotte, in quanto che la curva ha, nella sua parte mediana, andamento praticamente rettilineo.*

È quindi facile dedurre, da tutto questo, che, volendo ottenere uno dei fenomeni accennati, occorre fare uso di opportuni espedienti che pongano la griglia nelle condizioni volute perchè questo o quel fenomeno abbia luogo.

Vedremo in qual modo il triode possa essere utilizzato, in radiocomunicazioni, per la produzione di oscillazioni persistenti e per la ricezione e l'amplificazione dei segnali.

35. **Impiego del triode per la produzione di oscillazioni persistenti**. — Consideriamo lo schema della figura 36 nel quale un triode è opportunamente connesso con le batterie *A* e *B*, con un circuito oscillante *O* e con una self *S'*.

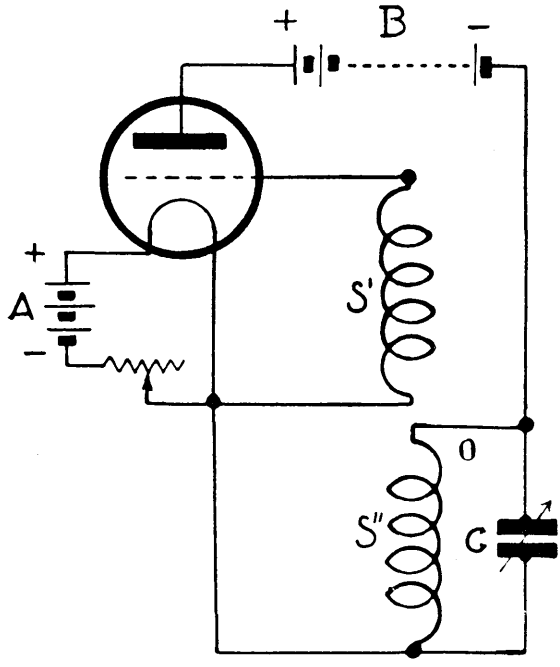


Fig. 36

Illuminiamo il filamento del triode. Ricordando ciò che abbiamo detto nei paragrafi precedenti, si stabilirà una cor-

rente placca-filamento, dovuta alla attrazione esercitata dalla placca, trovandosi la griglia nel punto *O* della curva. Questa corrente attraverserà il circuito oscillante. Il condensatore di questo circuito si caricherà e, scaricandosi alla sua volta, darà luogo ad una serie di oscillazioni che assumeranno la frequenza del circuito *O*. La self *S''* comunicherà queste oscillazioni alla self *S'*, alla quale è accoppiata induttivamente, ed a sua volta la self *S'*, connessa alla griglia, sottoporrà questa ad oscillazioni di tensione. Queste oscillazioni di tensione provocheranno, come lo dice la curva caratteristica, ampî passaggi periodici di corrente placca-filamento che, attraversando il circuito oscillante *O*, riforniranno al suo condensatore l'energia perduta, iniziando una serie di oscillazioni persistenti che aumenteranno di ampiezza sino ad entrare in un regime di equilibrio, nel quale l'ampiezza diverrà costante. L'energia fornita è dovuta, s'intende, alla batteria *B*; *l'accensione del filamento provoca l'innesco delle oscillazioni.*

V'è un grado di accoppiamento ottimo tra le due selfs *S'* ed *S''* a cui corrisponde il miglior funzionamento dell'insieme.

È chiaro che, invertendosi il potenziale della griglia ad ogni semiperiodo delle oscillazioni del circuito *O*, il condensatore riacquisterà, in ogni semiperiodo, quella parte di carica perduta per effetto delle resistenze del circuito; è quindi necessario che la fase delle variazioni di tensione della griglia sia tale che il rifornimento di energia al condensatore non avvenga in opposizione. Perchè questo accada è indispensabile osservare le seguenti disposizioni:

Bobine avvolte in senso opposto e disposte sullo stesso asse: Gli estremi diretti verso uno stesso lato saranno riuniti e connessi al negativo del filamento, mentre gli altri due saranno connessi uno alla griglia e l'altro alla placca, attraverso la batteria *B*.

Bobine avvolte nello stesso senso e disposte sullo stesso asse: Gli estremi affacciati saranno connessi l'uno alla griglia e

l'altro alla placca, mentre gli altri due, riuniti, saranno connessi al negativo del filamento.

Il sistema a triode, per la produzione di oscillazioni persistenti, è quello che oggi più comunemente si impiega nelle trasmissioni a piccola e media potenza. Esso, infine, ha permesso di raggiungere i mirabili odierni progressi della radiotelefonia.

Probabilmente, in un prossimo avvenire, l'impiego dei triodi sostituirà gli altri generatori di oscillazioni persistenti anche nelle ultrapotenti stazioni per servizio intercontinentale.

36. **Altri sistemi di accoppiamento per generare oscillazioni con i triodi.** — In un generatore di oscillazioni persistenti, del sistema a triode, tutto si riduce, essenzialmente, a far dipendere il potenziale della griglia dalle oscillazioni del circuito antenna-terra, in modo da poter ridonare, a questo circuito, l'energia dispersa durante ciascun periodo.

Per raggiungere lo scopo vi sono due sistemi essenziali di accoppiamento: quello *elettromagnetico* e quello *elettrostatico*.

Il primo, già descritto sommariamente, consiste nel far reagire induttivamente la self di placca, o meglio la self del circuito antenna-terra, sulla bobina di griglia; l'accoppiamento tra le due bobine sarà variabile e così anche il numero delle spire; l'amperometro di antenna indicherà l'accoppiamento migliore tra le due bobine; nella fig. 37 l'accoppiamento è elettromagnetico. Il manipolatore dei segnali agisce interrompendo il circuito placca-filamento.

Il secondo sistema consiste nel far reagire il circuito oscillante di placca sul circuito di griglia, mediante un accoppiamento elettrostatico ottenuto con un condensatore a capacità variabile, connesso come in fig. 38.

Le variazioni di tensione ad alta frequenza, del circuito di placca, modificano il potenziale delle armature del condensatore. Queste variazioni di potenziale sono risentite dalla griglia che comanda la produzione delle oscillazioni persistenti.

Anche qui il manipolatore agisce interrompendo il circuito placca-filamento, e l'amperometro di antenna indica il miglior valore della capacità variabile di accoppiamento.

Si possono, infine, applicare contemporaneamente i due metodi di accoppiamento.

37. **Eccitazione dell'aereo con un generatore a triode.** — Per trasmettere le oscillazioni che hanno luogo nel circuito

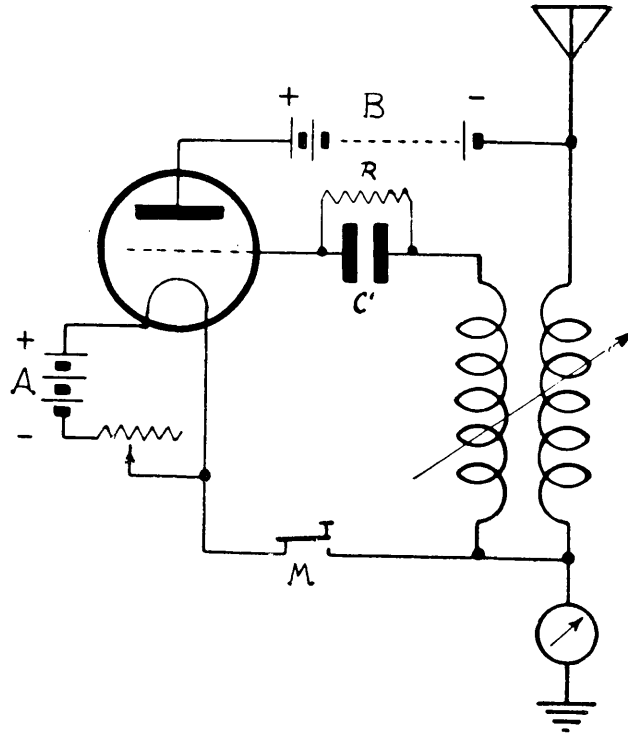


Fig. 37

studiato al paragrafo precedente, occorre far agire direttamente o indirettamente il circuito oscillante *O* su di una antenna; le figg. 37 e 38 mostrano, appunto, lo schema di

principio di un trasmettitore a valvola con eccitazione diretta del circuito antenna-terra.

La capacità C' shuntata dalla resistenza R permette di trasmettere alla griglia le variazioni di tensione ad alta frequenza dovute alle oscillazioni nel circuito antenna-terra, e di abbassare, al tempo stesso, per caduta ohmica di tensione, il potenziale di griglia, al valore ottimo.

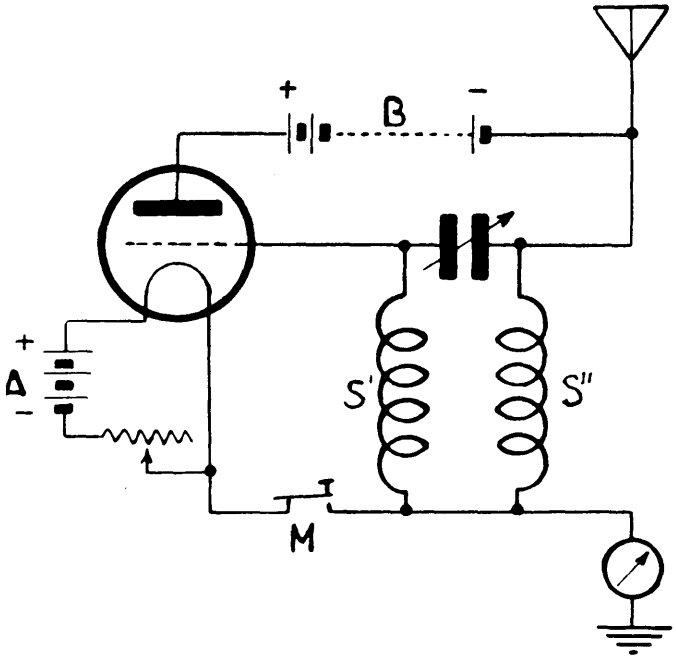


Fig 38

38. **Collegamento dei triodi.** — Le valvole di uso corrente non superano, attualmente, la potenza oscillante di 8-10 Kw. (In America si annuncia la costruzione di potentissimi triodi, che hanno già dato buoni risultati, ma che non sono ancora entrati nell'uso pratico).

Per superare, quindi, queste potenze si debbono impie-

gare più valvole collegate, come si dice, in parallelo, connettendo, cioè, tutte le griglie con un unico conduttore e così tutte le placche (fig. 39).

Per lampade aventi le identiche caratteristiche si può ammettere, allora, che la potenza oscillante, messa in giuoco da più triodi in parallelo, sia eguale alla somma delle potenze oscillanti di questi triodi.

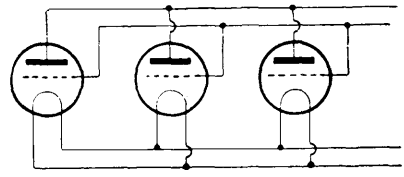


Fig. 39

Volendo aumentare il numero dei triodi di un oscillatore, non basta limitarsi a disporne altri in parallelo, ma occorre modificare la self di griglia ed il suo accoppiamento perchè, con la loro aggiunta, si modificano sia la resistenza del circuito, che influisce sulle condizioni di oscillazione, sia la capacità dell'insieme dovuta alla capacità griglia-placca di ciascun triode.

CAPITOLO III

RADIOTELEFONIA

39. **La voce umana.** — La Radiotelefonia è l'applicazione più interessante e più suggestiva della trasmissione dei segnali attraverso l'etere. Vediamo di farci l'idea del come la modulazione dei suoni possa imprimersi alle onde elettromagnetiche.

Innanzi tutto occorre sapere che cosa sia un suono o, meglio ancora, la voce umana, che è un complesso di suoni. Nella voce umana, il suono è prodotto dalla vibrazione di una corrente d'aria che attraversa delle membrane, dette corde vocali. Il tono della voce dipende dal numero delle vibrazioni impresse all'aria nell'unità di tempo, cioè dalla frequenza di queste vibrazioni. Comunicata all'aria, dalle corde vocali, la nota fondamentale, interviene l'apparato orale (bocca, palato, lingua, naso) che modula, con le proprie deformazioni, l'onda fondamentale, dandole un significato convenzionale che le nostre orecchie percepiscono, e che il nostro cervello traduce, ed un timbro che caratterizza la voce di ciascuno. Il fenomeno si svolge così:

Alla nota fondamentale emessa dalle corde vocali, si sovrappongono, prodotte dalla risonanza delle cavità orali, ondulazioni armoniche di frequenze multiple della fondamentale. La risultanza di questa sovrapposizione di ondulazioni a frequenza differente, tradotta graficamente, ha l'andamento della fig. 42 (*a*).

L'onda fondamentale di periodo *n* risulta, così, frastagliata. Questa frastagliatura, che rappresenta la modulazione, è dovuta alla sovrapposizione delle curve armoniche a quella fondamentale. Esse, avendo frequenze diverse da quella fon-

damentale, si sono talora sommate e talora sottratte a questa. In definitiva, quindi, la parola risulta dalla sovrapposizione di ondulazioni armoniche ad una ondulazione fondamentale che rappresenta il tono.

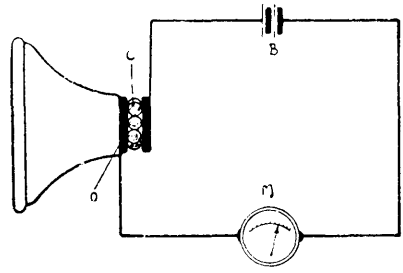


Fig. 40

40. **Telefonia e Radiotelefonia.** — Se si parla davanti ad un comune microfono telefonico (costituito da una lamina metallica vibrante *O*, che chiude un circuito attraverso dei granuli di carbone *C* (fig. 40), la resistenza del circuito, dovuta al contatto tra la placca del microfono ed i granuli di

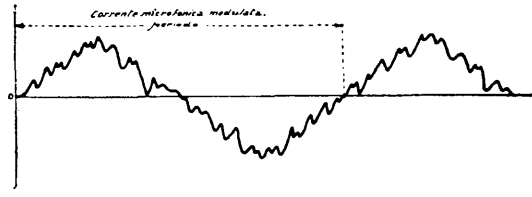


Fig. 41

carbone, varia, e la corrente nel circuito microfonico assume un andamento proporzionale a quello delle vibrazioni sonore che lo colpiscono. Il milliamperometro *M* segnerà le variazioni di corrente espresse graficamente dalla curva della fig. 41. Questa curva può anche rappresentare le variazioni di resistenza che subisce il microfono sotto l'azione dei suoni che lo

investono, Se, quindi, nel circuito anzi detto, od in uno ad esso accoppiato mediante un trasformatore elevatore di ten-

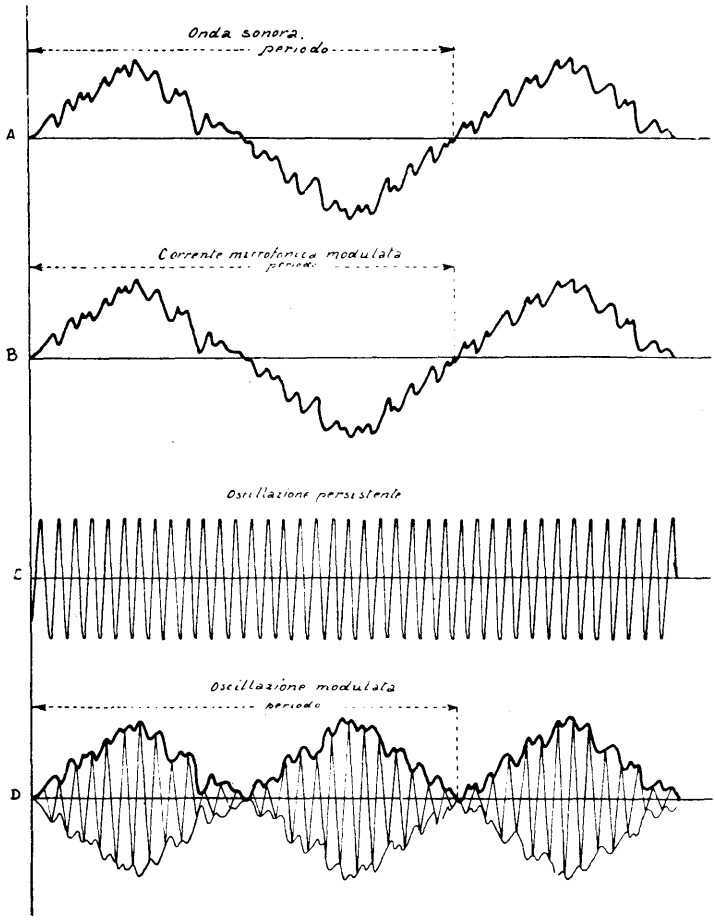


Fig. 42

sione, si dispone un telefono, si realizza una ordinaria comunicazione telefonica.

In Radiotelefonia, si tratta di sostituire al filo conduttore della corrente microfonica una oscillazione elettrica persi-

stente che rappresenta una specie di tono fondamentale elettromagnetico (la lunghezza d'onda della stazione trasmettente) e che chiamasi *onda portante*.

Sull'onda portante si fa agire, o direttamente o indirettamente (*modulazione*), una corrente microfonica che gli sovrappone l'oscillazione sonora o vocale tradotta in variazioni periodiche di intensità, oppure si modifica la resistenza del circuito oscillante mediante un microfono direttamente applicato come in fig. 43. In questo secondo caso, all'onda portante, non si somma algebricamente la corrente microfona, ma l'ampiezza dell'onda portante viene medificata in corrispondenza delle variazioni di resistenza del microfono. L'onda elettromagnetica, così modulata, è caratterizzata, rispetto alla voce, da un'onda fondamentale in più: quella elettrica, alla quale si sono sovrapposti l'onda fondamentale sonora e le armoniche tradotte elettricamente.

La fig. 42 mostra graficamente il procedere dei fenomeni esposti. Vedremo, a suo tempo, come si possa ricevere la radiofonia.

41. **Vari sistemi di modulazione.** — La modulazione, quindi, consiste nel modificare l'ampiezza delle oscillazioni dell'onda portante in funzione delle variazioni di resistenza del circuito microfonico dovute ai suoni emessi davanti ad un microfono. I sistemi impiegati per giungere a questo risultato sono varî.

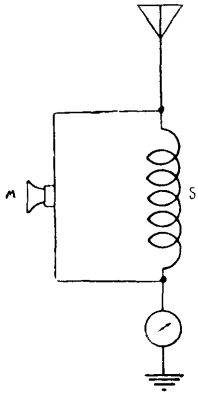


Fig. 43

Metodi diretti. — Un microfono, inserito nel circuito antenna-terra, modifica la sua resistenza totale e quindi l'ampiezza delle oscillazioni che vi hanno luogo. Si preferisce shuntare il microfono con una self, per impedire che il circuito venga interrotto da troppo grandi escursioni della membrana che, distaccandosi dai granuli di carbone, potrebbe disinnescare il circuito oscillante (fig. 43).

Lo *shunt* potrà ottenersi con la totalità della self o con una sua parte. I metodi diretti convengono, generalmente, per piccole potenze.

Nel caso di medie e grandi potenze, per evitare che il microfono sia attraversato da quantità di corrente troppo elevate e quindi nocive al suo buon funzionamento, si ricorre ai:

Metodi indiretti. — Un microfono, inserito nel circuito di griglia del o dei triodi generatori di oscillazioni, potrà modulare l'onda portante, agendo sul potenziale di griglia, pur essendo attraversato da deboli correnti.

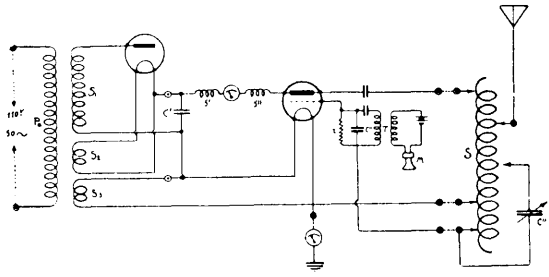


Fig. 44

Questa modulazione agirà più ampiamente sull'onda portante, in confronto di ciò che avviene con i metodi precedenti, poichè interviene il fenomeno amplificatore della valvola.

A questo tipo di modulazione si possono applicare le considerazioni fatte per i metodi diretti, cioè, è utilmente impiegabile lo shunt.

Si può, infine, accoppiare il microfono al circuito di griglia, induttivamente, mediante un trasformatore a ferro che permette così di sottoporre la griglia a variazioni di tensione anche maggiori. In questo caso il microfono è alimentato da una batteria locale.

La fig. 44 mostra lo schema di principio di un trasmettitore di una trentina di watts di potenza, alimentabile direttamente con corrente alternativa industriale 45-50 periodi, attraverso un apposito trasformatore a 3 secondari. S' è elevatore

di tensione ed alimenta il circuito placca-filamento della valvola raddrizzatrice, mentre S'' ed S''' abbassano la tensione per alimentare i filamenti.

Per ottenere maggiori rendimenti, e quindi maggiori portate, occorre che la modulazione provochi importanti variazioni di ampiezza nell'onda portante, in modo da sfruttare completamente l'energia emessa.

Si giunge a questo risultato con l'impiego del:

Triode modulatore. — Un microfono inserito nel circuito di una pila, attacca la griglia di un triode generatore di oscil-

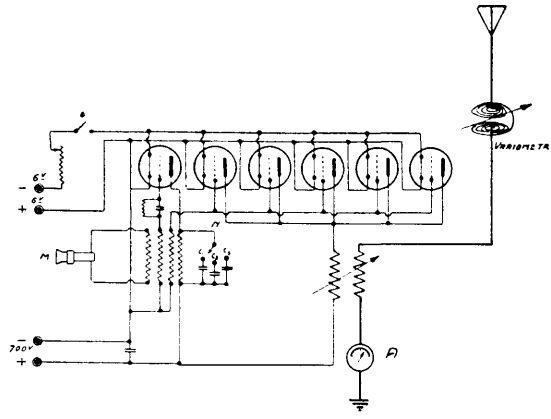


Fig. 45

lazioni (modulatore), la cui placca, a sua volta, attacca la griglia del generatore di oscillazioni propriamente detto. A seconda delle potenze in giuoco, sia i modulatori che i generatori possono essere più d'uno.

Il segreto di una buona emissione radiofonica sta appunto nella entità dell'ampiezza di modulazione dei segnali, a parità di altre prerogative; è questa la ragione per la quale molte stazioni radiofoniche, a piccola potenza, sono ricevute a distanze assai maggiori di altre più potenti.

La fig. 45 rappresenta un trasmettitore radiofonico munito di modulatore.

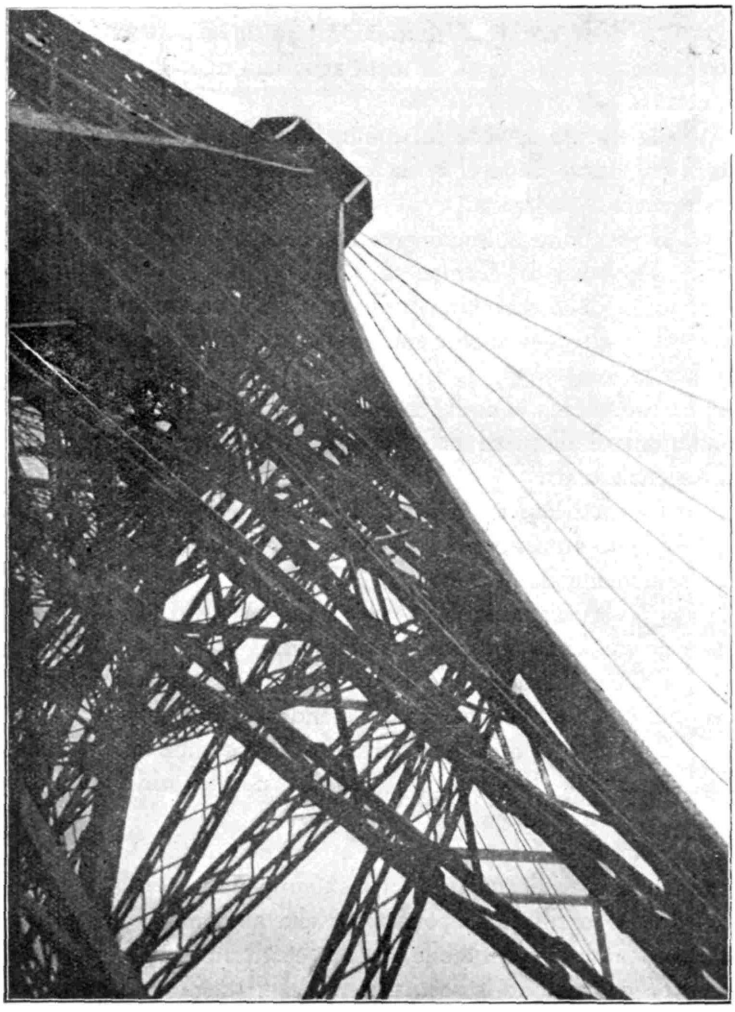


Fig. 46 – La Torre Eiffel vista dal basso.

42. **Il centro radiofonico della Tour Eiffel** [1]. — Prima di abbandonare il campo della trasmissione, al quale abbiamo dato un rapido sguardo, darò alcuni dati sommarî sulla nuova stazione trasmettente a triode della Tour Eiffel, i cui Radio Concerti delle ore 18,20 (tempo medio di Greenwich) hanno costituito, sino ad oggi, la meta agognata di molti dei nostri dilettanti.

Nella fig. 46 si vede la sommità della Tour Eiffel riprodotta dal basso in alto, e da cui partono i conduttori che costituiscono l'antenna.

Essi scendono obliquamente dall'alto della Torre per ancorarsi nel centro del Campo di Marte.

I locali delle macchine e gli apparati trasmettitori sono sotto il livello del suolo, anch'essi verso il centro del Campo di Marte.

La lunghezza d'onda di emissione della Tour Eiffel in Radiofonia è di metri 2600 come per l'emissione a scintilla dei segnali orari.

Il trasmettitore a valvola, rappresentato nello schema della fig. 47, può alimentare l'antenna con 8 Kw. Esso è costituito essenzialmente da:

1° Un dispositivo di modulazione telefonica agente sulle griglie delle lampade trasmettenti.

2° Un trasmettitore a valvola, ad eccitazione diretta dell'antenna e ad eccitazione indipendente delle griglie.

3° Un gruppo di macchine e di accumulatori, sia per l'alimentazione delle placche (5000 *V.* per le principali), sia per quella dei filamenti.

La caratteristica principale di questo trasmettitore consiste nello speciale triode Holweck, impiegato per la generazione delle oscillazioni persistenti che alimentano l'antenna. Questo triode è smontabile, cioè è costituito da parti amovibili che permettono la sostituzione del filamento, non appena esso sia bruciato.

---

(1) Le notizie qui esposte mi sono state favorite dal Cap. Bergeron, Capo del Centro Radiotelegrafico di Parigi.

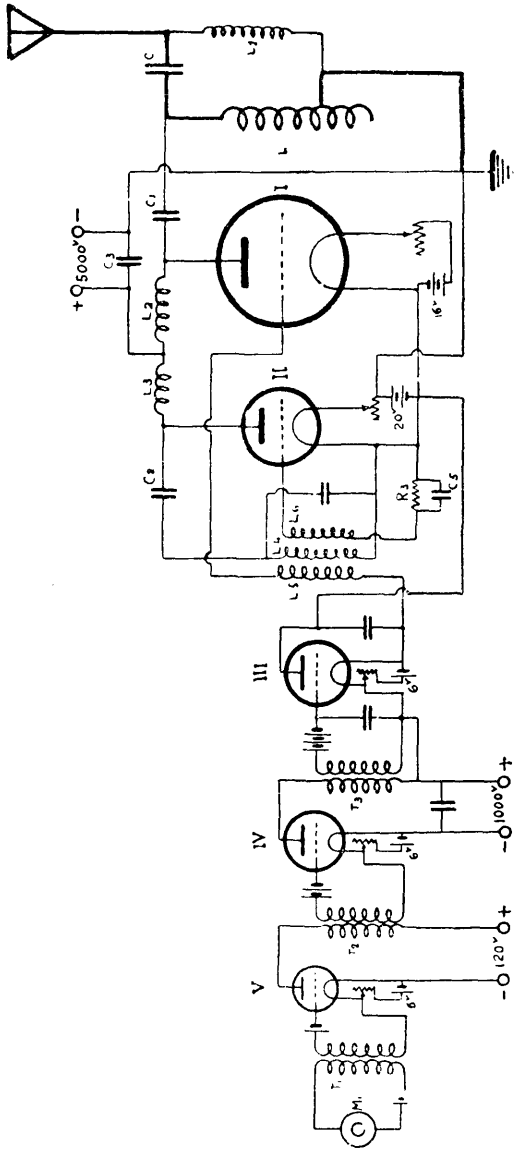


Fig. 47

I – Triode di trasmissione Holweck
II – 2 » eccitazione Neuvron.
III – 6 » madulatori E. 6.
IV – 3 » amplificatori per B. F. E. 4 (2° stadio).
V – 2° » » » R. M. (1° »).
L – Self d'antenna.
C – Condensatore d'antenna.
L_1 – Self di derivazione delle scariche statiche dell'antenna.
C_1 – Condensatore che impedisce alla self di cortocircuitare la macchina da 5000 V.

C_2 – Scopo analogo al precedente.
C_3 – Condensatore di protezione della generatrice di alimentazione.
$L_3 L_2$ – Selfs di protezione contro le correnti a radio frequenza.
$L_4 C_4$ – Circuito oscillante eccitatore.
L_5 – Self di accoppiamento della griglia di trasmissione.
L_6 – Self di accoppiamento della griglia di eccitazione.
$R^3 C_5$ – Condensatore shuntato.
$T_1 T_2 T_3$ – Trasformatori B. F. a nucleo di ferro.

La placca di rame rosso, munita di intercapedine, permette un ottimo raffreddamento a circolazione d'acqua.

Infine, il vuoto spinto che deve regnare nell'interno di ogni triode è mantenuto da una pompa speciale detta « molecolare », su cui il triode è adattato.

Il vuoto normale è ottenuto mediante l'ausilio di una seconda pompa detta « preparatoria ».

Con questo speciale triode si è potuta realizzare una sensibile economia, rispetto agli altri triodi anche meno potenti di questo, poichè è possibile, come abbiamo detto, la sostituzione rapida dei filamenti bruciati, mentre, con l'impiego dei triodi usuali, sempre molto costosi, la fusione del filamento, molto frequente, inutilizza per sempre il triode.

Il raffreddamento continuo, a cui il triode è sottoposto, permette di mettere in giuoco potenze rilevanti.

Attualmente il radiocentro della Tour Eiffel sta sperimentando un trasmettitore radiofonico a piccola lunghezza d'onda ($100 \div 200$ m.).

PARTE TERZA

RICEZIONE ED AMPLIFICAZIONE

CAPITOLO I

CIRCUITI DI ASSORBIMENTO E CIRCUITI SELEZIONATORI

43. **Generalità.** — Una oscillazione elettrica, cadenzata convenzionalmente dal tasto telegrafico o modulata da un microfono con uno dei sistemi precedentemente descritti, e quindi comunicata all'etere, deve essere ricevuta, cioè deve esser captata, resa percepibile ai nostri sensi e, nella maggior parte dei casi, amplificata.

Il « coherer », accennato nella prima parte di questo volume, avendo una sensibilità assai limitata, non è impiegabile per le distanze che attualmente occorre superare, ed, in ogni modo, non potrebbe essere utilizzato per la ricezione della Radiotelefonia.

Passeremo quindi in rassegna gli organi essenziali che costituiscono i moderni ricevitori.

Un ricevitore consiste essenzialmente in:

Un *circuito antenna-terra* o, più in generale, in un *circuito oscillante di assorbimento*, per captare le onde elettromagnetiche.

Un *circuito selezionatore*, detto anche *sintonizzatore*.

Un *circuito rivelatore* delle ondulazioni elettriche indotte nell'antenna dalle oscillazioni elettromagnetiche che la investono.

44. **Circuito antenna-terra.** — Il circuito ricevitore, antenna-terra, non differisce da quello trasmettitore; questo circuito, avendo un periodo proprio di oscillazione, corrispondente a quello della trasmissione che si vuol ricevere, entra in oscillazione elettrica per il fenomeno di induzione e di ri-

sonanza. È quindi necessario che l'antenna sia tale da potere essere, come si dice, *accordata* sulle lunghezze d'onda che si vogliono ricevere, cioè dev'essere munita di capacità e di selfs variabili. È opportuno, a questo proposito, ricordare ciò che si è detto nei paragrafi 21 e 22 della prima parte.

La forma delle antenne riceventi è, come abbiamo detto, perfettamente simile a quella delle antenne trasmettenti, e, come queste, le antenne riceventi, debbono essere, preferibil-

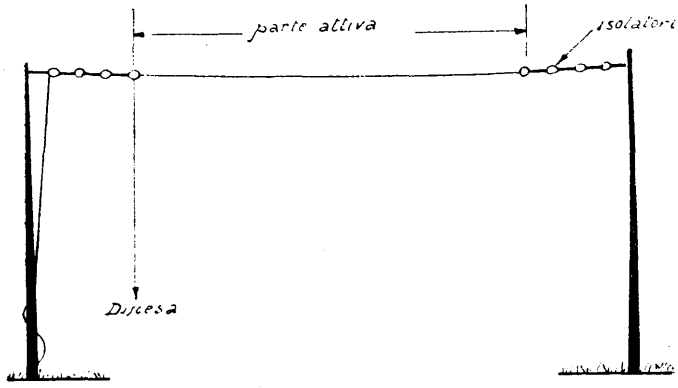


Fig. 48

mente, disposte in località non troppo basse, non in prossimità di fili telegrafici o telefonici o, comunque, di costruzioni metalliche, di alberi, ecc., che possono, per assorbimento, diminuire l'efficenza della ricezione, o, per induzione, perturbarla.

L'antenna ha una capacità ed un coefficente di self induttanza proprie, e quindi una lunghezza d'onda propria di oscillazione, che è bene conoscere, almeno approssimativamente, per poter appropriare il ricevitore alla trasmissione che si vuol ricevere. La fig. 48 rappresenta uno schema di antenna unifilare con nomenclatura delle varie parti.

45. **Quadro ricevitore.** — Un altro sistema di assorbimento delle onde elettromagnetiche è quello del *quadro* o *telaio* che dir si voglia. Esso non è altro che una bobina di self che costituisce il secondario di un radio trasformatore, il cui primario è rappresentato dal circuito antenna-terra del trasmettitore. È chiaro che, essendo l'accoppiamento molto lasco, e piccole le dimensioni del telaio, rispetto a quelle di un'antenna, l'energia assorbita da un quadro è minima.

Perciò, impiegando un quadro, come circuito di assorbimento, occorre, generalmente, ricorrere all'amplificazione dei segnali, in misura assai maggiore di quello che non sia necessario con l'impiego di un'antenna.

Se quindi il minore ingombro e la maggiore facilità di installazione sono a favore dell'impiego del quadro, il maggior grado amplificatore richiesto dagli apparati ricevitori, ed il minor rendimento, a parità di amplificazione, sono a suo svantaggio; in ogni modo il quadro ricevitore mette meno in evidenza le perturbazioni atmosferiche di quello che non faccia l'antenna.

Perchè il quadro, o meglio il circuito oscillante costituito dal quadro e dalla capacità variabile divenga sede di oscillazioni elettriche per induzione, occorre che la self sia concatenata dal maggior numero di linee di forza. Considerando l'antenna trasmettente come il centro di propagazione di queste linee, è chiaro che il quadro sarà concatenato dal maggior numero di linee di forza, quando il piano delle sue spire è verticale e passante per l'antenna trasmettente. La fig. 20 della parte prima dimostra praticamente quanto è stato esposto. Quando il piano del quadro si trova a 90° con il piano passante per il proprio asse di rotazione e l'antenna trasmettente, il numero di linee di forza tagliate dal piano delle spire è nullo e nullo sarà quindi l'assorbimento.

Il punto A rappresenta la proiezione orizzontale dell'antenna (supposta ridotta ad un filo verticale). Le linee circolari concentriche rappresentano l'andamento delle linee di forza

elettromagnetica nello spazio perturbato dalle oscillazioni dell'antenna; il loro andamento si inverte ad ogni semiperiodo come è indicato dalle frecce. Le zone dove le linee di forza sono più fitte, rappresentano quelle nelle quali il campo è più intenso (ventri di intensità) mentre le zone dove sono meno fitte rappresentano quelle dove il campo è meno intenso (nodi di intensità).

La dirigibilità del quadro rappresenta, nei riguardi dell'antenna, un vantaggio, quello cioè di ridurre, a parità di altre condizioni, le perturbazioni dovute ad altre trasmissioni contemporanee, quando si ascolti una stazione che non si trovi sulla stessa linea delle altre. Infatti l'intensità di questa è massima, mentre quella delle altre, a parità di altre condizioni, è minore. Questa proprietà è utilizzata per la determinazione della ubicazione ignota di una stazione trasmettente, mediante l'operazione che chiamasi *radiogoniometria* e i cui dispositivi furono, nella loro forma primitiva, ideati dal fisico italiano professor Artom. Il « radiogoniometro » (così si chiama il dispositivo accennato), permette, inoltre, di determinare anche la posizione geografica dell'operatore; è quindi impiegato, assai utilmente, a bordo delle navi. La sua realizzazione attuale è dovuta a Bellini ed a Tosi. La fig. 49 rappresenta due soluzioni per un quadro ricevitore.

46. **Circuito selezionatore.** — Il circuito selezionatore è un circuito oscillante, a frequenza propria variabile, che può esser quello stesso del circuito antenna-terra, o del quadro, oppure può esser con essi accoppiato, mediante un radio-trasformatore, come si è già visto a proposito degli apparati trasmettitori. In questo secondo caso la possibilità di sintonizzazione aumenta, poichè, oltre all'accordo del circuito antenna-terra, occorre raggiungere anche l'accordo del circuito secondario con esso accoppiato; non solo, ma un'accoppiamento lasco, diminuendo l'intensità del fenomeno induttivo, ridurrà l'intensità di tutti i suoni, compresi quelli disturba-

tori, e la trasmissione che si vuol udire sarà, in ogni modo, più sensibile delle altre per il fenomeno di risonanza, quando i circuiti siano accordati su di essa.

In ogni caso, è bene tener presente che il potere selezionatore di un apparato ricevitore è tanto maggiore quanto

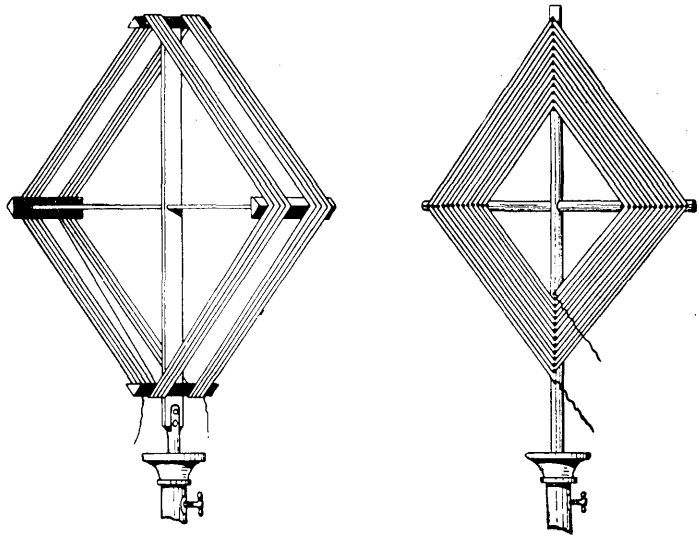


Fig. 49

maggiore è il numero dei circuiti oscillanti accordabili di cui è costituito. La figura 80 *e* (parte IV) rappresenta un tipo generale di circuito selezionatore costituito da un circuito antenna-terra munito di induttanza e capacità variabili, accoppiato induttivamente (radio-trasformatore), con un circuito oscillante secondario, anch'esso ad elementi variabili, che attaccherà il ricevitore, ed, eventualmente, gli amplificatori, di cui parleremo in seguito. La capacità variabile del circuito primario (antenna-terra) può, mediante il commutatore, essere messa sia in derivazione sia in serie sull'antenna, per la sua oscillazione in $^1/_4$ di onda od in semionda.

A questo tipo fondamentale possono sostituirsi il montaggio così detto in *derivazione* (schemi *b*, *c*, *d*) o quello di Oudin (schema *a*), già accennati nella prima parte di questo volume, e che hanno un potere selezionatore inferiore al montaggio di Tesla.

I montaggi meno selezionatori, si impiegano in tutti quei casi nei quali si preferisce una maggiore semplicità di manovra, ad una maggiore selettività, oppure in quei casi, che vedremo in seguito, nei quali l'apparato amplificatore stesso è munito di circuiti oscillanti proprî, tanto da non richiedere, o da rendere almeno non strettamente necessario, l'impiego di circuiti molto selettivi, anche nel sistema ricevitore propriamente detto.

CAPITOLO II

RIVELAZIONE E RICEZIONE

47. **Telefono.** — Una trasmissione ad onda smorzata è caratterizzata, come si è già visto, da gruppi di ondulazioni smorzate (treni) separate da periodi di silenzio tra una scarica e l'altra dello spinterometro. Ogni gruppo, più o meno lungo, rappresenta un punto od una linea dell'alfabeto Morse. L'apparato registratore, più comunemente impiegato per

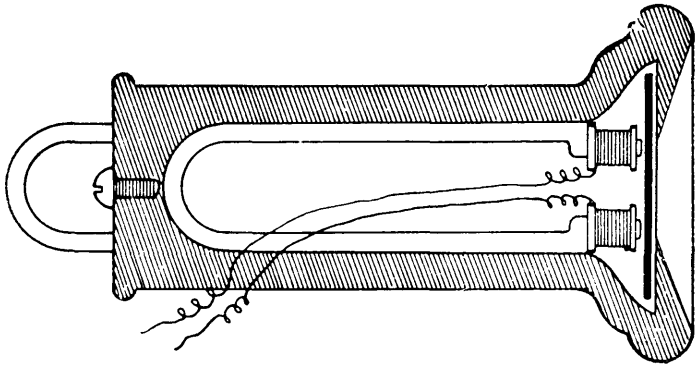


Fig. 50

comunicare ai nostri sensi i segnali R. T., data la sua grande sensibilità, è il *telefono*, scoperto da un altro grande quanto modesto italiano, il garibaldino, fabbricante di candele, Antonio Meucci che, nel 1849 lo ideò, e lo fece conoscere nel 1872. Per le strettezze nelle quali il Meucci versava, non potè valorizzare la sua scoperta che gli fu carpita dall'americano Graham Bell. Egli morì povero fabbricando candele.

Il telefono è costituito (fig. 50), nella sua forma più semplice, da un elettromagnete i cui poli attraggono, più o meno,

una membrana di ferro dolce, a seconda delle variazioni di magnetizzazione che subisce il nucleo di ferro dell'elettromagnete, per opera di una corrente variabile che ne attraversa l'avvolgimento induttore. Generalmente il nucleo è polarizzato, è costituito, cioè, da un magnete permanente. La sensibilità di un telefono dipende dall'ampiezza delle variazioni del flusso dell'elettromagnete, e quindi dal numero delle spire da cui è costituito l'avvolgimento induttore. Siccome, con l'aumentare delle spire, aumenta anche la resistenza ohmica dell'induttore, si suole distinguere la sensibilità di un telefono, indicando il numero degli ohms di resistenza del suo induttore. In ogni modo occorre che la resistenza di un telefono sia adeguata al circuito nel quale va inserito, e non dovuta alla materia del conduttore.

Le vibrazioni della membrana telefonica, dovute alle variazioni di flusso e quindi di magnetizzazione del magnete, si comunicano all'aria. Se queste vibrazioni, e così anche le variazioni della corrente inducente, sono di frequenza compresa nel campo udibile (16 ÷ 30.000 periodi circa) le nostre orecchie percepiscono un suono che è tanto più alto quanto maggiore è la frequenza di queste vibrazioni.

48. **Rivelazione o rettificazione.** — Una successione di punti e di linee, sotto forma di treni di onde, non può impressionare il telefono per una ragione di inerzia meccanica. Consideriamo infatti una oscillazione smorzata dovuta ad una scarica oscillante come quella della fig. 51 *a*.

La frequenza elevatissima delle oscillazioni che fanno parte di ciascun treno, non permette, alla membrana telefonica, di seguirne l'andamento; non appena cioè, essa è attratta in un senso, prima ancora che abbia potuto compiere il movimento, si trova ad essere sollecitata a compierlo in senso opposto per l'inversione del flusso. La membrana, in questo caso, in luogo di seguire le oscillazioni, rimane inerte. È necessario quindi ricorrere ad un espediente che permetta di sostituire ad ogni treno, una corrente di valore medio

diverso da zero; occorre cioè, eliminare, come nella fig. 51 *b*, una parte delle semionde negative, in modo che la somma algebrica tra le semionde positive e la parte rimasta delle semionde negative, sia diversa da zero.

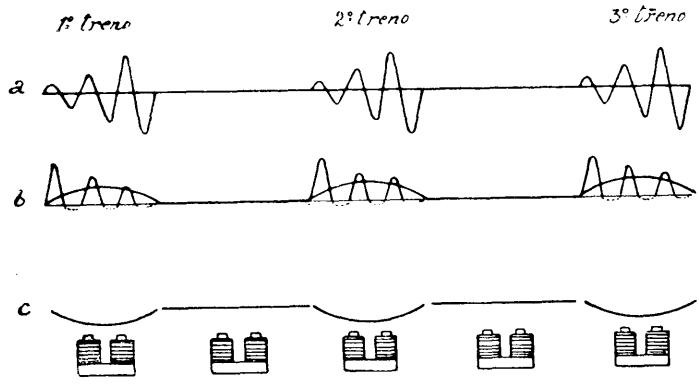


Fig. 51

In tal modo, al treno di ondulazioni si sostituisce un impulso di corrente a valore medio non nullo, che agisce sul telefono, attraendone la membrana; smorzatosi il treno, la membrana torna al suo posto, ma un successivo impulso, dovuto al treno seguente, la attrae nuovamente e così via sino a cessazione del segnale. Se il numero dei treni, nella unità di tempo, è tale da corrispondere ad una frequenza udibile, la membrana vibrerà emettendo un suono. Se la frequenza è compresa nel campo musicale, emetterà un suono musicale. Siccome lo spazio di riposo che intercede tra un segnale e l'altro (punto o linea) è sempre maggiore dello spazio di riposo che intercede tra un treno e l'altro, il telefono emetterà suoni brevi e lunghi che si potranno tradurre conoscendo l'alfabeto Morse. A questo proposito è bene insistere sul fatto che la frequenza dei treni è indipendente dalla frequenza delle onde che costituiscono ciascun treno. La frequenza dei treni dipende dal numero delle scariche, nell'unità di tempo, attraverso lo spinterometro tra-

smettitore, mentre la frequenza delle oscillazioni di ciascun treno dipende dalle caratteristiche del circuito oscillante del trasmettitore (self e capacità).

Gli apparati che permettono la soppressione di una parte delle oscillazioni in senso negativo, si chiamano: *rivelatori* o *raddrizzatori* o *rettificatori*.

Per quanto riguarda la ricezione della Radiotelefonia basta ricordare l'andamento di una ondulazione modulata. Il rivelatore, asportando quasi completamente la parte negativa delle ondulazioni modulate, trasforma la corrente ad alta frequenza dell'antenna, in una corrente simile a quella microfonica di partenza, cioè in una corrente adatta al regolare funzionamento di un telefono ordinario.

I rivelatori non sono quindi altro che dei raddrizzatori di corrente, nel senso che, quando un circuito nel quale essi sono inseriti è sottoposto all'azione di una corrente alternativa, lasciano passare, in maggior grado, le semionde positive.

I rivelatori comunemente impiegati in radiocomunicazioni sono attualmente quello a *cristallo di galena* e quello a *triode;* ci limiteremo quindi a parlare soltanto di questi.

49. **Rivelatori a galena.** — La galena è solturo di piombo, minerale a struttura cristallina, color piombo lucente. Un insieme costituito da un cristallo di galena e da una punta sottile di metallo bianco poggiante su di esso, ha la proprietà, quando sia inserito in un circuito sede di una corrente alternativa, di opporsi, quasi completamente, al passaggio delle semionde negative.

Un sistema così fatto si chiama: *Rivelatore a galena.* In commercio se ne trovano svariatissimi tipi. La fig. 52 rappresenta un tipo comune. La sfera, compresa tra due lamine flessibili, permette, manovrando il bottone, di cercare con la punta della sfera, il punto più sensibile della galena.

Un apparato ricevitore munito di rivelatore a cristallo di galena può essere realizzato secondo uno degli schemi della fig. 103 parte 4ª.

Lo schema *a*, rappresenta un apparato ricevitore a galena col montaggio detto: *in derivazione*. In esso infatti, il circuito rivelatore è derivato direttamente sul circuito di assorbimento, *V* è un variometro descritto nella quarta parte, che permette di variare, entro certi limiti la lunghezza di onda propria dell'antenna. Questo montaggio ha un solo circuito accordabile, quello antenna-terra, quindi è il meno

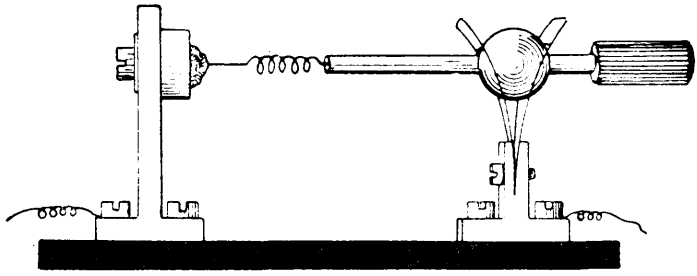


Fig. 52

selezionatore. L'accordo si raggiunge manovrando il bottone di maneggio del variometro sino ad avere il suono più forte nel telefono.

Il montaggio *b* è in Oudin ed è più selezionatore del precedente. Il montaggio *c* è in Tesla ed è il più perfetto. La capacità fissa *C'''* è una capacità da 2/1000 *mfd*, che permette il passaggio delle oscillazioni ad alta frequenza che altrimenti sarebbero arrestate dalla impendenza dovuta alle bobine del telefono.

50. **Rivelatore a triode, a caratteristica di placca.** — Occorre ricordare, a questo proposito, quanto si è detto nei riguardi delle caratteristiche e del funzionamento di un triode. Se si porta il potenziale medio di griglia ad un valore corrispondente al vertice del gomito inferiore della curva caratteristica di placca (fig. 33, parte seconda), variazioni di tensione, nel senso positivo, provocano un dato passaggio di corrente locale placca-filamento, mentre variazioni di ten-

sione in senso negativo, provocano passaggi di corrente placca-filamento molto minori. In queste condizioni la valvola termoionica si comporta, in modo apparente, come un raddrizzatore. Infatti, se si sottopone la griglia a variazioni di tensione dovute ad una corrente alternativa, che, nel nostro caso, è quella proveniente dal circuito selezionatore, ha luogo un passaggio di corrente locale placca-filamento (fornita dalla batteria *B*) in corrispondenza soltanto delle semionde eccitatrici positive. Non si tratta, quindi, di un raddrizzamento vero e proprio, ma di un fenomeno che conduce agli stessi risultati.

In definitiva, mentre nella rivelazione a cristallo,

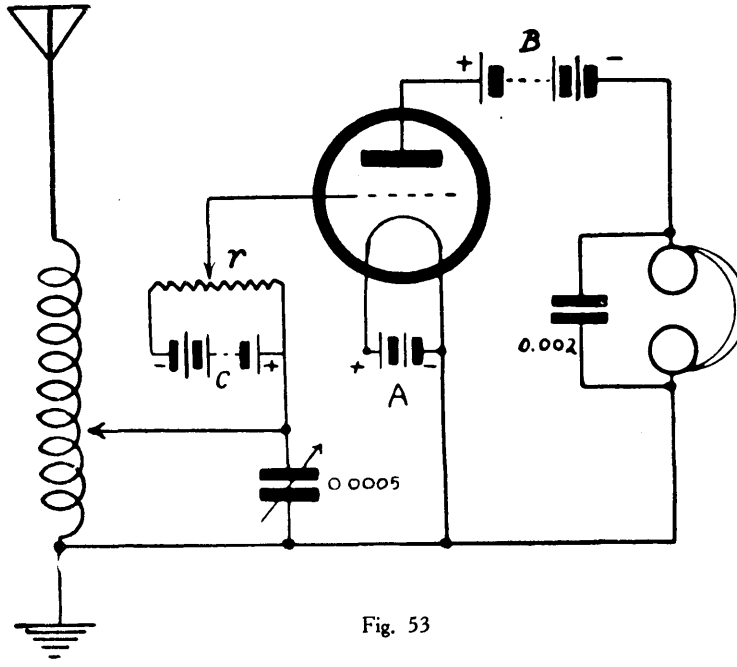


Fig. 53

il telefono funziona direttamente sotto l'azione dell'energia dovuta ai segnali, nella rivelazione a triode i segnali funzionano soltanto da eccitatori, comandando la corrente locale placca-filamento dovuta alla batteria *B*. Il triode funge quindi da *relais*.

Lo schema della fig. 53 rappresenta un apparato ricevitore con rivelatore a caratteristica di placca; *r* è una resistenza da 200-300 ohms che shunta una batteria da 10 volts connessa col polo positivo (attraverso la self d'antenna), al polo comune delle batterie di alimentazione. Il cursore, che è connesso alla griglia, permette di scegliere il punto più conveniente perchè la griglia assuma il potenziale medio corrispondente al punto di raddrizzamento della caratteristica. Resistenza e cursore costituiscono ciò che si chiama un *potenziometro*. Questo potenziale medio, per le lampade di tipo francese normale, è compreso tra i 4-5 volts negativi, per una tensione di placca di circa 80 volts.

Non sempre l'impiego della batteria di griglia, con relativo potenziometro, riesce agevole; non avendo bisogno di realizzare dispositivi di estrema sensibilità e se si ha cura, specialmente, di scegliere triodi che abbiano le stesse caratteristiche rispetto alle quali si sia regolato il proprio apparato rivelatore, si può ricorrere ad un altro tipo di montaggio, che è del resto, il più comune, e che realizza il fenomeno di raddrizzamento mediante l'utilizzazione della caratteristica di griglia.

51. **Rivelatore a triode a caratteristica di griglia.** — In questo secondo montaggio si utilizza, per il raddrizzamento, la curva caratteristica di griglia.

La fig. 54 rappresenta lo schema di principio di un triode così montato. La polarità della batteria di accensione, è stata invertita, e cioè il punto *O* di riferimento per i potenziali negativi e positivi è il potenziale che corrisponde all'*estremo positivo* del filamento. Con questo cambiamento la caratteristica di griglia e di placca viene ad essere spostata, rispetto a quella della fig. 33, di tanti volts verso sinistra per quanti volts possiede la sorgente di alimentazione del filamento. Si vede allora che l'inizio della corrente *griglia-filamento* avviene un poco prima di *O*, e più precisamente verso i -4*V*.

In questo caso il punto di funzionamento occorre ricercarlo sulla caratteristica di griglia. Stando così le cose ve-

diamo come avviene, il fenomeno rivelatore. Al potenziometro è stata sostituita una capacità fissa di circa 1/10.000 di mfd, shuntata da una resistenza da 2 ÷ 4 megaohms, cioè assai maggiore della resistenza interna griglia-filamento che è dell'ordine di qualche centinaio di migliaia di ohms. Questa

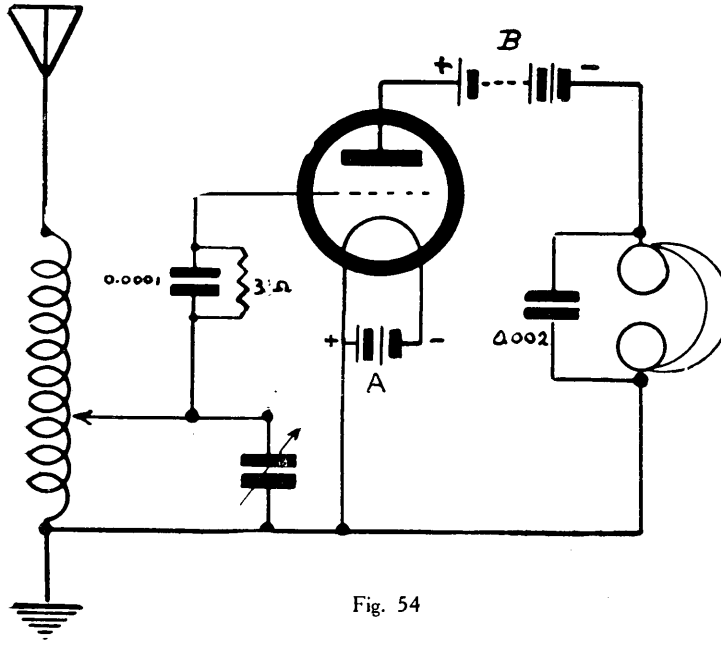


Fig. 54

capacità shuntata, pur permettendo alle variazioni di tensione dovute all'alta frequenza proveniente dall'aereo, di attaccare la griglia, provoca una caduta di tensione nel circuito griglia-filamento nel quale circola la corrente (come dice la curva), in modo da modificare il potenziale medio di griglia secondo la legge di Ohm:

$$\text{Caduta di tensione} \qquad V = RI$$

e che cioè modifica il potenziale della griglia sino a farle raggiungere un potenziale leggermente superiore a quello del

polo negativo del filamento. Nella curva della fig. 55, questo potenziale è rappresentato dal punto *A*. In questo punto la curva mostra che la corrente griglia-filamento è trascurabile.

Se il circuito ricevitore trasmette oscillazioni alla griglia, il potenziale di questa oscillerà intorno al punto *A*, e cioè,

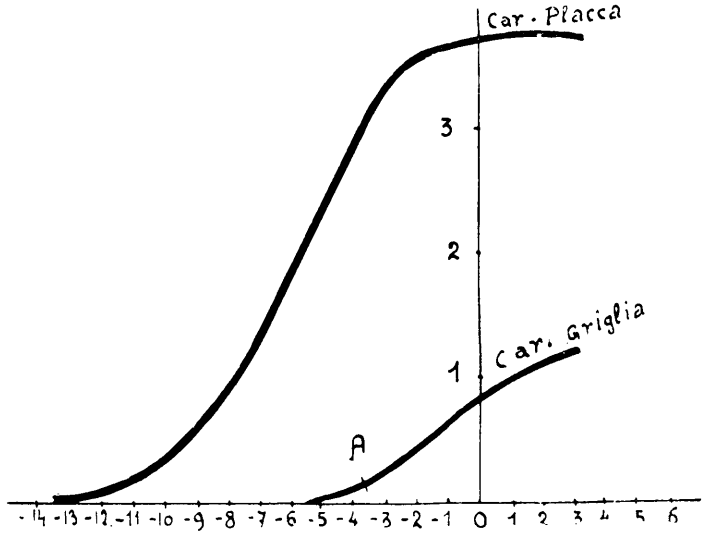


Fig. 55

alternanze che portano il potenziale verso destra produrranno passaggi sensibili di corrente griglia-filamento, mentre alternanze verso sinistra produrranno passaggi di corrente griglia-filamento trascurabili rispetto ai primi; così la *corrente griglia-filamento, durante i segnali, non sarà più trascurabile* e potrà considerarsi come dovuta alla sovrapposizione di una corrente alternativa ad una corrente continua (fig. 56). La prima passa per *C* e la seconda per *R* aumentando la caduta di potenziale come lo dice la formula precedente.

Questo aumento di caduta di tensione provocherà, come conseguenza diretta, una diminuzione del potenziale di gri-

glia, durante l'arrivo dei segnali. La corrente placca-filamento, nel cui circuito è inserito il telefono, segue presso a poco le variazioni della tensione di griglia, e cioè, durante i segnali, la corrente permanente o di regime, placca-filamento (dovuta al costante assorbimento di ioni negativi essendo essa ad un potenziale positivo di circa 80 volts) subirà diminuzioni periodiche dovute all'assorbimento di una parte degli ioni negativi per opera della griglia. L'andamento della corrente di regime di placca, durante i segnali, non sarà quindi

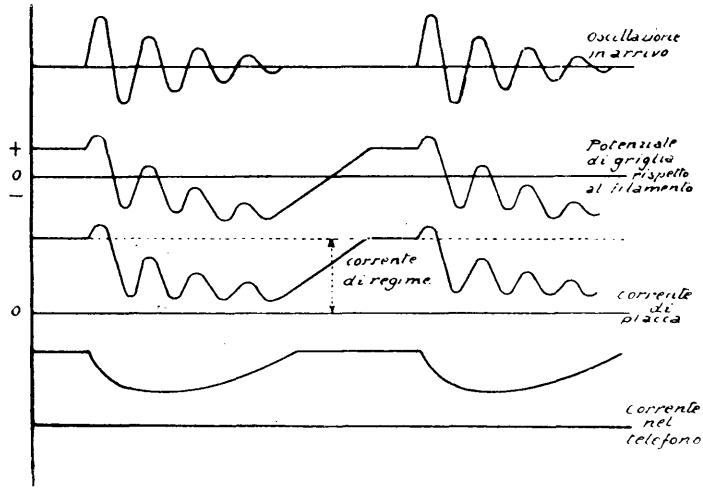


Fig. 56

costante ed il telefono produrrà dei suoni. Anche in questo caso, la corrente placca-filamento, modificata dal giungere dei segnali, si può paragonare alla corrente risultante dalla sovrapposizione di una corrente alternativa e di una corrente continua. La fig. 56 rappresenta, graficamente, l'andamento dei fenomeni esposti.

52. **Ricezione delle segnalazioni ad onda persistente.** — Sino a che si tratta della ricezione di segnalazioni radiotelegrafiche ad onda smorzata o di radiotelefonia, l'impiego di

un rivelatore, inserito in un circuito ricevitore, è sufficiente, ma quando si tratta della registrazione di segnali radiotelegrafici trasmessi con onde persistenti, non è più possibile metterli in evidenza col solo raddrizzatore, o rivelatore che dir si voglia. Infatti osserviamo la fig. 57; in essa i gruppi di onde compresi nella graffa I rappresentano la lettera *A* trasmessa con onde smorzate; la stessa graffa comprende le onde raddrizzate e le deformazioni corrispondenti della membrana telefonica.

La graffa II comprende la stessa lettera trasmessa con onde persistenti. Le deformazioni del telefono, corrispondenti alle onde raddrizzate, mostrano che, in luogo di udire suoni brevi e lunghi in corrispondenza di punti e di linee, si odono soltanto dei *tac* all'inizio ed alla fine di ogni gruppo di onde.

Trattandosi di onde persistenti, occorre quindi ricorrere ad un mezzo qualsiasi che frazioni ciascun gruppo di onde in un numero di elementi che corrisponda ad una frequenza udibile. Accadrà allora che una linea sarà costituita da un numero di frazioni maggiore che non un punto, e la ricezione ritornerà ad esser possibile come per le onde smorzate.

Uno dei sistemi primitivamente adottati e che in seguito è stato abbandonato, nel più dei casi, è quello del *Ticker* cioè di un vibratore ad elettromagnete che, introdotto nel circuito di placca di una valvola rivelatrice, fraziona i treni di onde raddrizzate in un numero corrispondente alla frequenza vibratoria meccanica della propria lamina vibrante.

Un altro sistema, assai più in uso del *ticker*, specialmente nelle stazioni riceventi per la sola radiotelegrafia e per servizi importanti, salvo rare eccezioni, è quello dell'*Eterodina*

53. **Ricezione acustica dei segnali radiotelegrafici per mezzo dell'Eterodina.** — La parola Eterodina, di origine greca, vuol dire: *altra energia;* essa non è che un generatore di onde persistenti a frequenza variabile a volontà, del tipo di uno di quelli da noi studiati, ad esempio quello della fig. 35. Un certo numero di bobine di self, che si possono

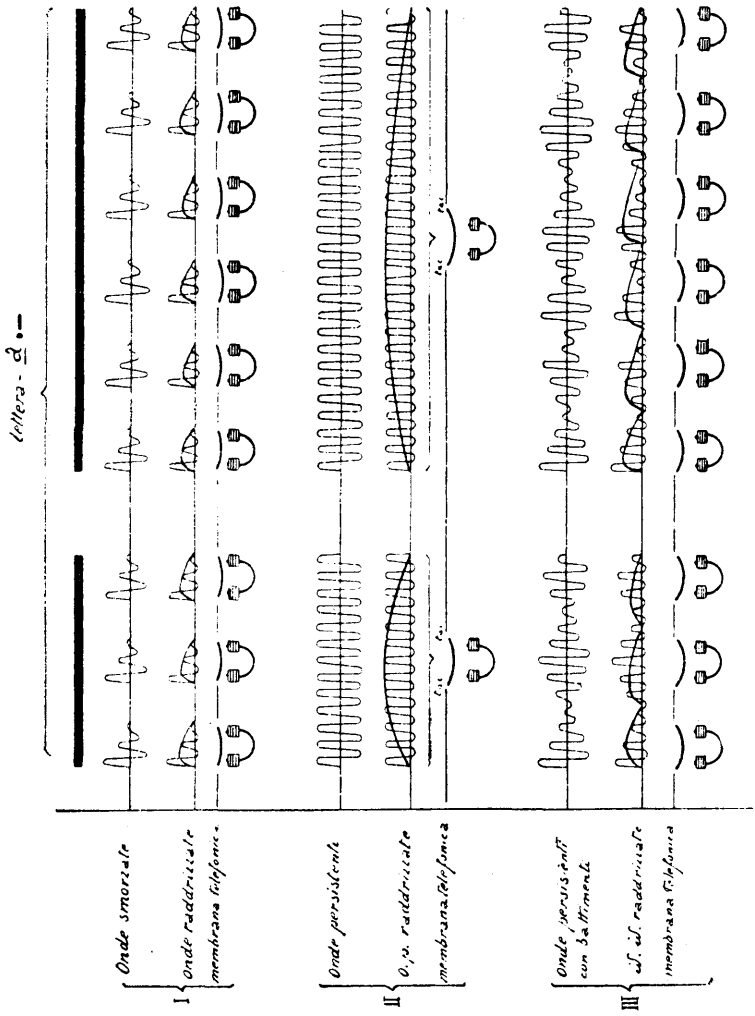

Onde smorzate
Onde raddrizzate
membrana telefonica
I
Onde persistenti
O. p. raddrizzate
membrana telefonica
II
Onde persistenti con saltimenti
id. id. raddrizzate
membrana telefonica
III

Fig. 57

sostituire nel circuito oscillante, permettono di ottenere le oscillazioni alla frequenza voluta. Vediamo di renderci ragione del fenomeno.

BATTIMENTI

Abbiamo già accennato, nella prima parte di questo volume, al fatto per il quale la sovrapposizione di due moti ondulatorî di lunghezza d'onda leggermente differente, dà, come risultante, una ondulazione a smorzamenti periodici. Nella fig. 58

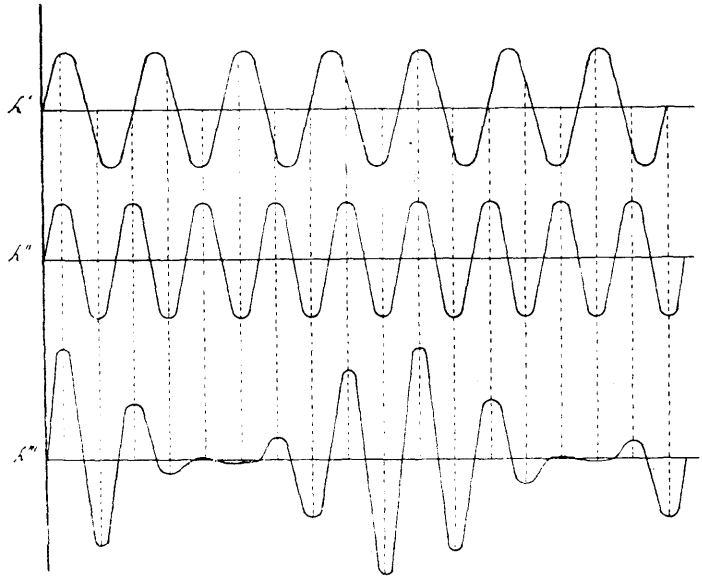


Fig. 58

la curva λ'' rappresenta l'oscillazione dei segnali, la curva λ' rappresenta l'oscillazione locale dell'eterodina e λ''' rappresenta la curva risultante dalla sovrapposizione delle due precedenti, detta: *curva dei battimenti*. Osservando la figura si nota che, quando le ordinate si trovano ad essere nello stesso senso si sommano, ma quando una delle due oscillazioni si trova ad essere ritardata di un semiperiodo sull'altra le ordinate si sottraggono e così via. L'eterodina ha, quindi, lo scopo

di sovrapporre alle ondulazioni persistenti che giungono nel ricevitore, e dovute ai segnali, una ondulazione di frequenza poco differente, tale da produrre quel numero di battimenti necessario a far sì che la membrana del telefono dia il suono più acconcio ad una buona ricezione. Il numero dei battimenti (così si chiamano le interferenze dovute alla coesistenza di due frequenze differenti), nell'unità di tempo, è eguale alla differenza tra le frequenze delle oscillazioni componenti. Se le due frequenze sono eguali non si hanno battimenti, la curva risultante aumenta di ampiezza, ma il telefono non rende alcun suono. Se le due frequenze differiscono, il suono reso dal telefono sarà tanto più acuto quanto più elevata sarà la frequenza dei battimenti cioè quanto maggiore sarà la differenza tra le due frequenze; tutto ciò, bene inteso, se non si superano i limiti della frequenza udibile. Manovrando il condensatore dell'eterodina, ed impiegando opportuni valori di self, si può regolare la frequenza della emissione locale, in modo da ottenere una frequenza di battimenti che corrisponda alla risonanza della membrana del telefono ed al suono più grato all'orecchio.

L'Eterodina dev'essere disposta il più vicino possibile all'apparato ricevitore, per indurvi la maggior quantità di energia, altrimenti occorre appressare, all'apparato ricevitore, una bobina, così detta di esplorazione, costituita da poche spire di filo poste in serie nel circuito di placca e di cui converrà scegliere, per tentativi, la miglior posizione rispetto al ricevitore. La graffa III della fig. 57 comprende la lettera *A* trasmessa ad onde persistenti ricevuta con battimenti e raddrizzata.

54. **Ricezione delle onde persistenti per mezzo del fenomeno di retroazione.** — Un sistema più semplice per la ricezione delle onde persistenti e che, in condizioni speciali, amplifica anche le onde smorzate e le persistenti modulate, è quello detto *autodina*, o *di retroazione* o *di rigenerazione* od infine anche *reazione*, dovuto ad Armstrong.

Il termine autodina, anch'esso di origine greca, vuol dire

stessa energia. La fig. 105*a* (parte IV) mostra lo schema di principio di uno dei sistemi generalmente adottati.

Si tratta di una lampada rivelatrice che porta, come variante, una bobina di self, inserita nel circuito di placca ed accoppiata al circuito oscillante di griglia. Lo schema fa vedere che le connessioni di un rivelatore a retroazione, corrispondono a quelle di un oscillatore a valvola nel quale il circuito oscillante, in luogo di trovarsi nel circuito di placca trovasi in quello di griglia. Variando opportunamente l'accoppiamento delle due bobine che debbono trovarsi nel senso voluto, (come abbiamo visto nel paragrafo 35), si porta il sistema nelle condizioni di generazione di oscillazioni persistenti, che, interferendo con quelle provenienti dall'aereo, ne permettono la registrazione col sistema dei battimenti. I segnali provocano l'innesco di queste oscillazioni persistenti.

La bobina di placca si chiama *bobina di reazione*, appunto perchè reagisce sulla griglia. Nel sistema di fig. 105*a* (parte IV) l'accoppiamento fra le due bobine può esser modificato sia per rotazione di una di esse entro l'altra, sia per rotazione di una di esse rispetto all'altra, come ruota lo sportello di una porta rispetto al muro sul quale è incardinata.

L'accoppiamento tra circuito di placca e di griglia, in luogo di essere elettromagnetico, può essere elettrostatico, può avvenire, cioè, mediante una capacità. Questa capacità può essere la capacità interna del triode stesso, dovuta alla vicinanza tra griglia e placca. La fig. 105*b* mostra appunto un sistema di retroazione realizzato mediante accordo del circuito di placca, ottenuto con un variometro. Al posto del variometro potrebbe inserirsi un circuito oscillante costituito da una self e da una capacità variabile. Le variazioni di accordo nel circuito di placca, modificano, per risonanza, la tensione della placca, e quindi quella della griglia ad essa accoppiata elettrostaticamente.

Di qui la possibilità di porsi nella condizione voluta per la produzione di oscillazioni persistenti.

CAPITOLO III

AMPLIFICAZIONE

55. **Effetto amplificatore dovuto alla retroazione.** — Come abbiamo detto, la lampada rivelatrice a retroazione, non presenta il solo vantaggio di permettere la ricezione delle onde persistenti col sistema dei battimenti, senza ricorrere all'eterodina, ma ha anche il potere di amplificare, in modo elevato, le onde smorzate e la radiotelefonia.

Considerando sempre lo schema della figura 105*b*, vediamo che la bobina inserita nel circuito di placca, riconduce, nel circuito di griglia, una parte delle ondulazioni suscitate da questa nel circuito di placca per opera dei segnali. Se la concordanza di fase è realizzata, queste oscillazioni, agendo sulla griglia, tornano ad essere amplificate, sommandosi all'effetto di quelle primitive. Di qui, grossolanamente, l'aumento di sensibilità dell'apparato.

Variando l'accordo del circuito di placca, od il suo accoppiamento col circuito di griglia, nel senso di favorire sempre maggiormente questo fenomeno, si giunge ad un punto nel quale vi è compensazione completa tra l'energia perduta nel circuito oscillante di griglia per opera del suo smorzamento e l'energia riceduta per la reazione del circuito di placca. A questo punto il sistema entra in oscillazione persistente; non vi è più distacco tra un segnale e l'altro e tutto si confonde in un sibilo continuo, salvo nel caso di oscillazioni persistenti. Questo grado di accoppiamento limita, quindi, il proseguimento dell'amplificazione dei segnali, che è considerevole nei pressi immediati di questo punto, tanto che, minime variazioni dell'accoppiamento, possono provocare sensibilissimi aumenti nella intensità dei segnali.

In ultima analisi, l'effetto della retroazione è quello di

diminuire, *in modo apparente*, la resistenza del circuito oscillante di griglia, compensando le perdite dovute al suo smorzamento. Quando la resistenza effettiva di questo circuito è completamente annullata, nei suoi effetti, dalla compensazione integrale delle perdite, dovuta ad un certo grado di accoppiamento o di accordo, il sistema entra in oscillazione persistente, oscillazione che prosegue sia tra un segnale e l'altro, sia anche quando i segnali sono cessati. Per queste ragioni, il sistema a reazione prende anche il nome di *rigenerazione*.

Accoppiando la bobina di placca della valvola rivelatrice al secondario del ricevitore, od al circuito antenna-terra, si possono arrecare notevoli disturbi ad altri ricevitori situati a distanze anche abbastanza grandi, per effetto delle oscillazioni che la bobina di placca induce nell'aereo. Ad evitare questi disturbi reciproci, è bene accoppiare la bobina di placca della valvola rivelatrice ad uno dei circuiti di griglia delle lampade amplificatrici precedenti, se esistono, esclusa la prima, od, in mancanza di questi, è bene ricorrere, come abbiamo visto, all'impiego del *variometro* o di un qualsiasi altro circuito oscillante di placca.

Riassumendo, la retroazione impiegata nel caso di onde persistenti, ne permette la ricezione mediante il fenomeno dei battimenti, mentre, impiegata nel caso di onde smorzate, o di radiotelefonia, amplifica notevolmente i segnali.

56. **Super-reazione.** — L'americano Armstrong, cui si deve il sistema a reazione, ha ideato un mezzo per spingere il potere amplificatore della retroazione assai oltre il limite stabilito dall'entrata in oscillazione persistente della valvola, senza che, per questo, vi sia produzione di oscillazioni persistenti. Si comprende, infatti, come il fenomeno di amplificazione per retroazione possa essere enorme se, con un artificio qualsiasi, si può ottenere che l'energia riceduta dalla placca al circuito di griglia possa, non solo compensarne integralmente le perdite dovute allo smorzamento, ma anche

superare questa compensazione, senza dar luogo alla produzione continua di oscillazioni.

Se ammettiamo di chiamare *positiva* la resistenza apparente del circuito di griglia, nel caso in cui la compensazione non è completa, e *nulla* la resistenza apparente all'inizio delle oscillazioni persistenti, quando cioè la compensazione diviene integrale, dovremo chiamare *negativa* la resistenza apparente di là da questo limite. In questo campo, le oscillazioni avranno una grandissima ampiezza rispetto a quella delle oscillazioni eccitatrici, ma occorre che cessino non appena il segnale cessa e occorre che riprendano sotto l'azione del segnale successivo, seguendo l'andamento della trasmissione; il sistema a reazione semplice, per un accoppiamento tale da fornire al circuito oscillante di griglia più energia di quella perduta per resistenze, si trova, al contrario, nelle condizioni migliori per generare oscillazioni persistenti.

Uno dei sistemi suggeriti da Armstrong, per giungere al risultato di mettere il circuito di griglia della valvola rivelatrice in condizioni tali che la sua resistenza apparente sia negativa senza dar luogo, per questo, ad oscillazioni persistenti, è basato sul seguente principio:

Un generatore di oscillazioni persistenti a valvola, avente la propria placca nello stesso circuito della placca della valvola munita di reazione, invertirà la tensione nel circuito di reazione tante volte quanti sono i periodi della propria frequenza. Queste inversioni di tensione della placca, fanno sì che, ogni qualvolta il sistema tenderebbe ad entrare in oscillazione persistente, è ricondotto alle condizioni di resistenza positiva. Più precisamente, quando la tensione nel circuito di placca aumenta, la resistenza apparente del circuito di griglia diviene negativa e l'amplificazione del segnale eccitatore è enorme; a questo punto la diminuzione susseguente di tensione nel circuito di placca, dovuta al semiperiodo successivo, ricondurrà la resistenza apparente del circuito di griglia nel campo positivo impedendo la produzione delle oscillazioni persistenti, e l'amplificazione sarà, durante questo semipe-

riodo, quella dovuta alla semplice reazione. Perchè il fenomeno si produca utilmente, occorre che la frequenza locale sia inferiore a quella dei segnali (10.000 periodi per la radiotelefonia). Questo è il principio del processo super-rigenerativo di Armstrong. Da quanto abbiamo detto, risulta chiaramente che il fenomeno super-rigenerativo è tanto maggiore quanto maggiore è la frequenza dei segnali che si ricevono, poichè, per frequenze elevate sarà maggiore il numero di oscillazioni comprese nel semiperiodo di amplificazione enorme. Nella quarta parte di questo volume vedremo una realizzazione pratica di questo sistema.

57. **Amplificazione propriamente detta.** — Il fatto per il quale le ondulazioni elettromagnetiche, trasmesse da un centro, si propagano in ogni senso, rende evidente che, quanto più grande sarà la distanza dei ricevitori, dal centro trasmettitore, tanto più debole sarà l'intensità del segnale ricevuto, poichè l'energia, dovendo abbracciare uno spazio sempre maggiore, si dirada. All'indebolimento dei segnali ricevuti, concorrono poi altre cause prodotte da assorbimenti dovuti a costruzioni metalliche, a zone montuose, a fenomeni solari. A tale proposito è bene osservare che le ore peggiori per la ricezione in radio comunicazioni, sono quelle del giorno e specialmente quelle del tramonto. Abbiamo anche visto come, impiegando un quadro ricevitore in luogo di un'antenna, l'intensità dei segnali ricevuti sia enormemente ridotta. Per tutte queste ragioni è necessario, nel più dei casi, ricorrere a sistemi che permettano l'amplificazione locale dei segnali ricevuti. Anche in questo caso ci viene in aiuto il triode. Dallo studio delle sue caratteristiche abbiamo già veduto come, potendo sottoporre la griglia a variazioni di tensione anche piccole, si possono generare correnti placca-filamento, di ampiezza assai maggiore di quelle che agiscono sulla griglia, se il suo potenziale medio corrisponde, presso a poco, al centro del tratto rettilineo della curva.

Gli amplificatori a valvola, impiegati negli apparati rice-

vitori, sono basati sul principio di trasformare le oscillazioni di intensità che hanno sede nella placca di un triode, in oscillazioni di tensione che attaccano la griglia di un triode successivo e così via. Gli amplificatori si distinguono in amplificatori a radio frequenza ed amplificatori ad audio frequenza o bassa frequenza che dir si voglia.

58. **Amplificatori a bassa frequenza a trasformatori.** — In luogo di far agire su di un telefono le correnti raddrizzate da una valvola rivelatrice e variabili con frequenza udibile, che si può considerare bassa, rispetto alla radio frequenza, si può, con esse, attaccare il primario di un trasformatore elevatore di tensione costituito da due bobine accoppiate induttivamente attraverso un nucleo di ferro lamellare o multifilare che ha lo scopo di intensificare il campo magnetico concatenato alle bobine, od, in altre parole, di serrare maggiormente il loro accoppiamento.

Il rapporto di trasformazione tra primario e secondario deve essere, in generale, di $^1/_5$ per la prima valvola (trasformatore di entrata) e di $^1/_3$ per le valvole successive (trasformatori intervalvolari). Si possono, in ogni modo, impiegare trasformatori di tipo unico con rapporto $^1/_3$ per tutte le valvole. Il rapporto di trasformazione è dato dal quoziente tra il numero delle spire del secondario, per quello del primario.

Il secondario di ogni trasformatore, attaccherà il circuito griglia-negativo filamento, della valvola successiva, trasmettendo alla griglia le variazioni di tensione dovute alla forza elettromotrice indotta nel secondario dall'intensità variabile circolante nel primario. La fig. 59 rappresenta lo schema di principio di un amplificatore a bassa frequenza a due valvole. Ai serrafili L^1 ed L^2 si può connettere od un rivelatore a galena od un rivelatore a valvola, come vedremo nella parte IV. Le variazioni di tensione a cui è sottoposta la griglia, danno luogo a correnti placca-filamento proporzionali a quelle eccitatrici secondo il fattore di amplificazione della valvola e quindi assai più intense.

Con lampade di tipo francese occorre, per il buon funzionamento, mantenere la placca ad una tensione compresa tra i 40 ed 120 volts, e connettere la griglia al negativo del filamento, attraverso il secondario del trasformatore. Perchè la tensione media della griglia sia ottima, rispetto al polo comune, occorre che il reostato di accensione sia disposto come in figura, cioè tra il polo negativo della batteria *A* ed il filamento.

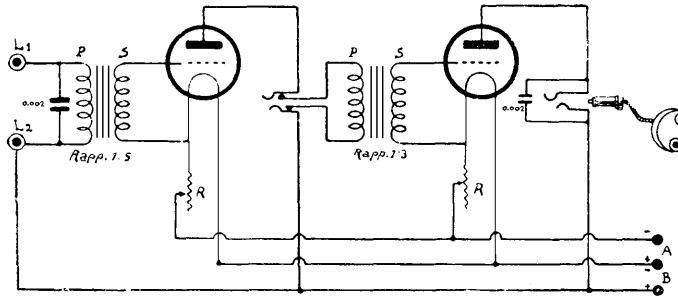


Fig. 59

Praticamente non conviene superare il numero di tre valvole amplificatrici a bassa frequenza, poichè, altrimenti, hanno luogo, con facilità, reazioni interne che provocano la generazione di oscillazioni persistenti perturbatrici.

L'amplificazione a bassa frequenza è assai intensa ma non essendo selettiva, ed amplificando tutte le correnti di frequenza udibile, è assai rumorosa; non conviene, perciò, abusarne ed è bene limitare al numero di due al massimo gli stadi di questa amplificazione.

59. **Amplificatori a radio frequenza a risonanza.** — Questi amplificatori sono basati sempre sul principio di trasmettere alle griglie delle valvole le maggiori oscillazioni di tensione dovute all'azione dei segnali. Le valvole funzionano sempre nel tratto rettilineo della caratteristica.

Ma la conversione di oscillazioni di intensità in oscilla-

zioni di tensione, in luogo di avvenire per trasformazione, avviene per fenomeno di risonanza. Per comprendere bene il funzionamento di questi amplificatori, occorre ricordare che un circuito oscillante, inserito in un circuito attraversato da alta frequenza, se è accordato su questa frequenza, ne ostacola il passaggio. I francesi chiamano appunto, questo cir-

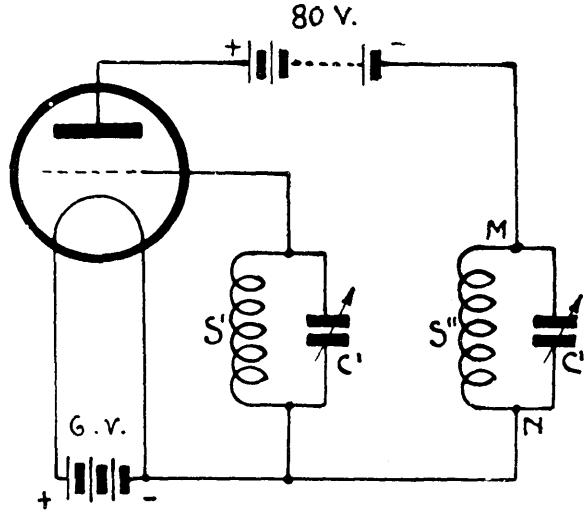


Fig. 60

cuito, *circuit bouchon*. Or bene, la fig. 60 mostra lo schema di una lampada amplificatrice a radio frequenza a risonanza.

Il circuito S' C' non è altro che il secondario del sintonnizzatore oppure il circuito antenna-terra. Le variazioni di tensione che hanno luogo ai suoi estremi, attaccando la griglia, comandano la produzione di una corrente placca-filamento che segue scrupolosamente l'andamento della corrente eccitatrice proveniente dall'antenna, poichè la lampada funziona nel tratto rettilineo nella caratteristica, ma che è amplificata rispetto a questa. Accordando il circuito oscillante S'' C'', su quello S' C', il primo si opporrà alla circolazione della corrente ad alta frequenza amplificata, creando ai propri

estremi una caduta di tensione e cioè una differenza di potenziale maggiore di quella che si avrebbe in quel tratto di circuito se non vi fosse questa resistenza. Agli estremi *M* ed *N* si può quindi connettere una valvola rivelatrice oppure un'altra valvola amplificatrice basata sullo stesso principio, osservando alcune precauzioni che vedremo.

Questo sistema ha il vantaggio di ottenere una massima amplificazione, soltanto quando sia raggiunta la risonanza di tutti i circuiti. Di qui un elevato potere selezionatore cioè un'acuta sintonia.

L'accordo del circuito di placca è necessario per raggiungere la massima amplificazione ma può dar luogo al fenomeno di retroazione già studiato. Nel più dei casi, quindi, non è possibile mettere il proprio apparato nelle condizioni di massima amplificazione, dovute all'accordo perfetto dei circuiti di placca e conviene contentarsi di rimanere un po' disaccordati. In tal caso l'amplificazione si deve, in parte alla risonanza ed in parte alla retroazione.

Il professor L. A. Hazeltine dello Stevens Institute of Technology di Hoboken (Stati Uniti), ha ideato, in questi ultimi tempi, un procedimento che permette di neutralizzare la capacità di accoppiamento tra il circuito di griglia e di placca di una lampada, dovuto alla vicinanza della griglia alla placca, e per la quale ha luogo il fenomeno di rigenerazione, là dove, come nel caso considerato, sarebbe bene non avvenisse.

L'applicazione di questo procedimento, permette un più sicuro impiego degli amplificatori a radio-frequenza a risonanza, potendosi sempre raggiungere, in essi, le condizioni per le quali la loro sensibilità è massima. Nella IV parte ho voluto riportare le parti essenziali della relazione che il professore Hazeltine ha fatto a questo proposito al radio Club of America, il 2 marzo del 1923 e dalle quali si ha un'idea del principio su cui il procedimento è basato.

La fig. 61 mostra lo schema di realizzazione di un'amplificatore a radio-frequenza a risonanza, munito di due stadi amplificatori e di un rivelatore. L'accordo del circuito di placca

di una valvola si realizza accordando il circuito di griglia della valvola successiva al quale è strettamente accoppiato.

L'amplificazione a radio frequenza si effettua, evidentemente, prima della rivelazione dei segnali.

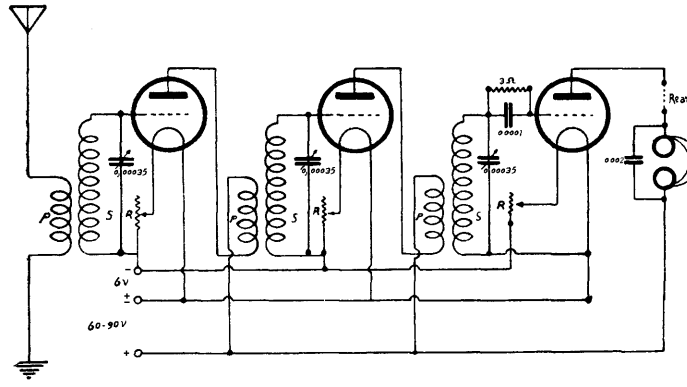


Fig. 61

Questi amplificatori funzionano soltanto se rigorosamente accordati (entro i limiti fissati dalle rigenerazioni nocive); perchè, quindi, possano abbracciare un'ampia gamma di lunghezze d'onda, debbono essere costruiti in modo che le bobine di griglia e di placca siano facilmente sostituibili. Esse possono realizzarsi in un unico blocco munito di spine per l'innesto.

Vedremo, nella quarta parte dedicata alla costruzione, il modo di calcolare e di realizzare praticamente queste bobine di accoppiamento.

Gli amplificatori a risonanza sono raccomandabili in tutti quei casi nei quali occorrono importanti amplificazioni ed acute sintonie, unitamente alla maggiore silenziosità, quindi nella ricezione della radiotelefonia a grandi distanze.

60. **Amplificatori a radio frequenza a risonanza attenuata.** — Questo genere di amplificatori sostituisce quello

descritto al paragrafo precedente in tutti quei casi nei quali, non necessitando una sensibilità estrema, è più conveniente adottare apparati, di manovra più agevole, e funzionanti per una gamma di lunghezze d'onda abbastanza estesa, senza, per questo, esser costretti a ricorrere alle bobine intercambiabili.

Il fenomeno di risonanza che ha luogo tra due circuiti accoppiati, si può rappresentare con una curva. Supponiamo che uno di tali circuiti sia sede di una corrente ad alta frequenza. L'intensità di questa corrente sia I' e la frequenza sia N'. Variando la capacità del secondo circuito in modo da appressarsi alla sintonia, una corrente indotta I'' comincerà a circolare, e la sua intensità aumenterà mano a mano che il periodo proprio di oscillazione del secondo circuito si avvicina a quello del circuito induttore. L'intensità indotta raggiunge il suo massimo valore ad accordo ottenuto ed i due circuiti si trovano, a questo punto, in risonanza. Le curve della fig. 62 rappresentano due curve di risonanza, la II, quella dovuta all'accordo tra due circuiti aventi minimo smorzamento, e la I dovuta all'accordo tra due circuiti aventi grande smorzamento. Le curve sono ottenute in funzione del rapporto delle intensità e del rapporto delle frequenze. Se quindi varia la capacità del circuito secondario e cioè la sua frequenza, si vede che l'intensità varia grandemente in un circuito a debole smorzamento (curva II), mentre si mantiene quasi costante per ampie variazioni di frequenza, e quindi di capacità, nel caso di un circuito ad elevato smorzamento (curva I).

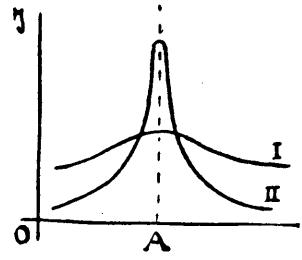


Fig. 62

Gli amplificatori a risonanza attenuata sono rappresentati da uno schema di principio simile a quello della fig. 62, e ne differiscono solo per l'assenza delle capacità variabili. Le selfs, in luogo di essere costituite da filo non troppo resistente e

non troppo sottile, sono, al contrario, di filo fortemente resistente. Aumentando, in tal modo, lo smorzamento dei circuiti oscillanti, la risonanza diviene meno acuta, la curva si spiana. come quella della fig. 62 I, e l'amplificazione dei segnali (meno considerevole) ha luogo per un campo abbastanza vasto, senza che occorra, per questo, variare le capacità dei circuiti oscillanti, capacità che si possono perciò omettere.

61. **Amplificatori a radio frequenza a trasformatori.** — Questi amplificatori, il cui schema non differisce da quello degli amplificatori a bassa frequenza, sono basati sullo stesso principio. Occorre che i nuclei siano costituiti da lamine di ferro al silicio molto sottili, per attenuare l'effetto Foucault. Gli avvolgimenti delle bobine saranno, anche in questo caso, costituiti da filo molto sottile per aumentare lo smorzamento dei circuiti e permettere, così, di abbracciare gamme considerevoli.

Si possono impiegare anche capacità variabili sui secondari, ricadendo allora, presso a poco, nel tipo descritto a paragrafo 59.

62. **Amplificatori a radio frequenza misti.** — Non volendo rinunciare completamente ai vantaggi derivanti dall'impiego degli amplificatori a radio frequenza a risonanza acuta, e, d'altra parte, volendo semplificare notevolmente il regolaggio, si può ricorrere all'impiego di *amplificatori misti*, aventi, cioè, uno stadio a radio frequenza a risonanza e gli altri stadi a radiofrequenza attenuata od a trasformatori aperiodici.

63. **Amplificatori a radio frequenza a selfs.** — Questi amplificatori sono sempre basati sul principio di amplificazione a risonanza. L'accordo del circuito di placca, in luogo di avvenire mediante l'accordo di un circuito ad esso strettamente accoppiato (quello di griglia del triode successivo), avviene direttamente, mediante una capacità variabile che shunta la self di placca, e le variazioni di tensione che hanno

luogo agli estremi di questa self, sono trasmesse alla griglia successiva, mediante una capacità fissa di accoppiamento, che ha anche la funzione di sottrarre la griglia all'azione della corrente di regime della placca precedente.

Le resistente *R*, comprese tra i 2 ed i 4 megahoms, hanno il compito di provocare una caduta di tensione tra il positivo del filamento e la griglia, per mantenere questa ad una tensione media conveniente perchè l'amplificazione sia ottima. La figura 101 parte IV ne mostra lo schema di principio.

I criteri della risonanza attenuata sono anche qui applicabili e si possono associare stadi a risonanza acuta con stadi di amplificazione aperiodica.

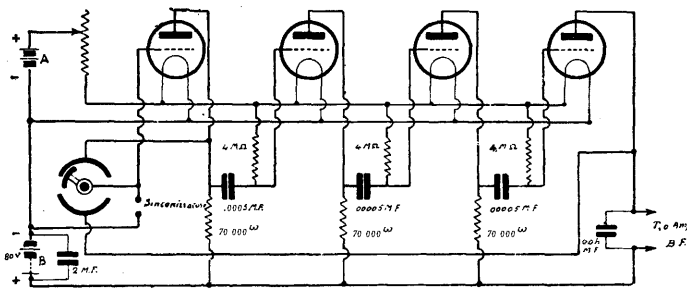


Fig. 63

64. **Amplificatori a radio frequenza a resistenze.** — Ai circuiti oscillanti che figurano nello schema del paragrafo precedente, tra valvola e valvola, possono sostituirsi delle resistenze ohmiche comprese tra i 70.000 e gli 80.000 ohms (per lampade del tipo francese).

La fig. 63 ne rappresenta lo schema di principio.

In questo caso l'amplificazione diviene completamente aperiodica, e l'amplificatore funziona per una gamma di lunghezze di onda molto estesa. Unico vincolo è quello delle capacità fisse intervalvolari che debbono seguire, entro limiti abbastanza vasti, le frequenze in giuoco. Occorre quindi, nel caso nel

quale l'amplificatore debba abbracciare tutta la gamma di lunghezze d'onda sino ad oggi impiegata, rendere le capacità facilmente amovibili e sostituibili come nel caso delle selfs.

Le resistenze R da 70.000 ÷ 80.000 ohms hanno l'ufficio di convertire le oscillazioni di intensità in oscillazioni di tensione, provocando, ai propri estremi, una caduta di tensione ogni volta che sono attraversate dalle correnti di placca. Queste variazioni di tensione sono trasmesse alle griglie delle valvole successive, mediante accoppiamento elettrostatico realizzato con le capacità fisse intervalvolari, le quali sottraggono, al tempo stesso, le griglie all'azione della corrente di regime delle placche precedenti.

Anche in questi amplificatori può essere vantaggiosamente impiegata la retroazione realizzata mediante accoppiamento di una bobina inserita nel circuito di placca della lampada rivelatrice, con il circuito antenna-terra o con il quadro, o con il secondario del sintonizzatore.

Una parte delle oscillazioni che hanno luogo nell'ultima placca (valvola rivelatrice) possono portarsi a reagire su una delle griglie precedenti, anche mediante un accoppiamento elettrostatico, mediante cioè uno speciale condensatore detto « Compensatore ».

Esso è costituito da due lamine fisse e da una mobile, disposte in modo che quest'ultima possa accoppiarsi ora con l'una ora con l'altra delle due armature fisse.

Impiegando il compensatore, occorre notare che le armature fisse debbono esser connesse, una con una delle griglie di posto pari e l'altra con una delle griglie di posto dispari.

Il valore massimo della capacità del compensatore, quando l'armatura mobile è completamente accoppiata con una di quelle fisse, deve essere di circa 0,0002 mfd.

Manovrando il bottone del compensatore a destra od a sinistra, si può comandare, in ogni caso, sia la produzione sia la cessazione delle oscillazioni persistenti.

65. **Amplificatori a resistenze per bassissime frequenze.** — Il loro schema non differisce da quello della fig. 63 del paragrafo precedente, eccettuati i congegni di retroazione che vengono omessi.

Questi amplificatori si impiegano per amplificare nuovamente i segnali uscenti da un amplificatore a bassa frequenza e trasformarli nella frequenza corrispondente a quella della manipolazione dei segnali Morse, per azionare un apparato registratore grafico.

Le capacità intervalvolari debbono essere, in tal caso, assai grandi.

PARTE QUARTA

COSTRUZIONE

CAPITOLO I

GENERALITÀ

66. **La Radioaudizione circolare.** — Così è stato chiamato in Italia ciò che all'estero ha preso il nome di «Broadcasting», parola inglese che significa *ampia diffusione*, cioè trasmissione giornaliera di Radio-concerti, di notizie di stampa e di borsa, di fiabe per bimbi, di conferenze, di discorsi politici e religiosi, per opera di speciali stazioni trasmettenti radiotelefoniche. Il Broadcasting ha assunto, nelle Americhe, sì vaste proporzioni, che milioni di persone sono oggi munite di piccoli apparati ricevitori, i quali, con un semplice tocco di bottone, diffondono nell'ambiente i suoni giungenti dai più lontani centri.

Molti dei miei lettori avranno già provato la suggestiva emozione di scoprire, nel silenzio del casco, le note musicali e le parole che, attraverso le Alpi ed il mare, giungono dalla Tour Eiffel o da Londra.

Quelli tra i lettori che non sono ancora penetrati in questo suggestivo mistero, quando, dopo aver letto questo libro, e dopo aver tentato con successo la costruzione di uno degli apparati descritti, ascolteranno, per la prima volta, mercè il risultato del proprio lavoro, la voce lontana giungente sulle ali di questo mirabile progresso scientifico, si sentiranno pervasi da un senso di smarrimento, quasi che avessero violato uno dei più gelosi misteri della natura.

I dilettanti di radiotelegrafia, ai quali, più che ad altri, si dirige questo volume, rivolgono generalmente la loro attenzione allo studio ed alla costruzione degli apparati per la ricezione radiofonica.

Le lunghezze d'onda che attualmente i governi concedono a questo tipo di trasmissione, sono generalmente limitate in un ristretto campo compreso tra i 200 ed i 500 metri; solo qualche eccezione, come quella dei concerti « Radiola » e della Tour Eiffel di Parigi, di Losanna, e qualche altro, supera i 1000 metri di lunghezza d'onda.

Il nostro studio, quindi, si rivolgerà specialmente alla costruzione di apparati sintonnizzabili per lunghezze d'onda comprese nei limiti suaccennati, indicando, ciononostante, al costruttore, i mezzi di spingere le proprietà ricevitrici ed amplificatrici del proprio apparato a gamme superiori.

Il lettore che desideri costruire da sè, dovrà, in ogni modo, stabilire, innanzi tutto, quali sono i limiti di lunghezza d'onda nei quali egli vuol mantenersi, e quali sono le massime distanze alle quali egli vuol ascoltare, poichè le caratteristiche dell'apparato, l'accuratezza di costruzione richiesta, la maggiore o minore semplicità di manovra, dipendono essenzialmente dalla gamma che si vuol esplorare e, in particolare, il rendimento dell'apparato dipende dalla piccola estensione della gamma che gli viene assegnata.

67. **Alcune considerazioni sulle caratteristiche essenziali che debbono avere i ricevitori per piccole lunghezze d'onda.** — Le lunghezze d'onda corte (al di sotto, cioè, dei 1000 m.) possiedono, naturalmente, frequenze elevatissime; queste frequenze, per le quali i fenomeni d'induzione e di capacità sono enormi, dànno luogo, molto facilmente, a reazioni dannose ed a perdite sensibilissime. La risonanza, per queste frequenze elevatissime, è estremamente acuta, per cui, minime variazioni nell'accoppiamento dei circuiti, nel valore delle induttanze e nel valore delle capacità, portano l'audizione da un massimo ad un minimo.

Le capacità nocive dovute, sia alle capacità interne delle valvole (griglia-placca), sia alla vicinanza dei conduttori che realizzano le connessioni interne degli apparati, sia alla vicinanza tra i varî organi, sia infine inerenti al tipo di bobine

di selfs impiegate, debbono essere ridotte al minimo, se si vuole che i risultati corrispondano alle previsioni.

Ricordando che il valore di una capacità è tanto maggiore quanto minore è la distanza tra le armature e quanto più elevato è il potere induttore specifico del dielettrico che le separa, sarà necessario, in tutti quei casi nei quali sia prevedibile il verificarsi di una capacità nociva, di distanziare il più possibile gli elementi che potrebbero costituirne le eventuali armature e fare in modo che tra esse si trovi, possibilmente, il dielettrico aria che ha un potere induttore specifico eguale ad uno, od altrimenti un isolante di potere induttore specifico molto basso.

Perciò le connessioni tra organo ed organo costituente un ricevitore dovranno essere distanziate e costituite da conduttori nudi; le selfs, allo scopo di presentare la minor capacità nociva tra le spire, dovranno, sinchè è possibile, essere costituite da un solo strato di spire a filo di sezione relativamente grossa e preferibilmente isolato con due strati di cotone possibilmente non laccato.

Il doppio strato di cotone, costituendo uno spessore maggiore che non un solo strato di seta, terrà meno a contatto le spire; la debole verniciatura, pur preservando dall'umidità le spire, non aumenterà sensibilmente il potere induttore specifico tra spira e spira e, quindi, la capacità nociva ripartita, sarà minore. La grossa sezione, infine, diminuisce lo smorzamento.

Anche l'approssimarsi delle mani, durante la manovra di sintonizzazione degli apparati, può dar luogo a fenomeni di capacità nociva, per cui, se non si ricorre a speciali precauzioni, l'accordo può riuscire estremamente difficile; per eliminare questo inconveniente vi sono due espedienti: il primo consiste nell'applicare, dall'altra parte dei bottoni di manovra, rispetto al pannello di ebanite, dei dischi di stagnola; il secondo consiste nel distanziare, di una quindicina di centimetri almeno, i bottoni di manovra, dagli organi che comandano.

Per le altissime frequenze la curva di risonanza assume un

andamento così acuto che, anche minime variazioni di capacità nei condensatori, dovute a spostamenti non apprezzabili dei bottoni di manovra, possono provocare, sia la scomparsa assoluta dei segnali, sia la loro apparizione al massimo grado di intensità. È necessario, quindi, munire i condensatori di dispositivi tali, che permettano, una volta giunti nei pressi dell'accordo, di operare anche minime variazioni di capacità, senza, per questo, essere costretti ad eseguire rotazioni troppo piccole dei bottoni di manovra. Questi dispositivi si dicono *a verniero*.

Le stesse considerazioni vanno applicate alle selfs mobili dei sintonizzatori.

Infine, come del resto occorre per ogni apparato radiotelegrafonico, tutte le parti attraversate da corrente debbono essere scrupolosamente isolate da supporti di ebanite o bakelite.

Per eliminare gli effetti dei fenomeni retroattivi, la dove essi non debbono avvenire, può essere molto utile l'impiego di un potenziometro da 300 ohms (se la tensione della lettera A è di 6 volts). – Per mezzo di questo potenziometro è possibile invertire la tensione della o delle griglie dei triodi a radiofrequenza, disinnescando le rigenerazioni nocive.

Quanto ho esposto a proposito dei ricevitori per piccole lunghezze d'onda, non deve spaventare il costruttore che per la prima volta si accinge a tentare la realizzazione di un apparato ricevitore. I consigli che ho dato riflettono il rendimento ottimo, ma non bisogna pensare, per questo, che la omissione di qualche precauzione debba condurre ad un completo insuccesso, che anzi, se si sono rispettate le connessioni e le precauzioni più elementari, costruito l'apparato, questo non resterà quasi mai completamente muto. Anzi, esso sarà forse anche troppo... loquace, cimentando i timpani dell'ascoltatore con qualche acuto sibilo estraneo... alla trasmissione.

Ottenuto un primo risultato, sia pure esso a base di sibili e molto lontano dalle speranze del costruttore, questi avrà già acquistato maggiore pratica, si sarà reso conto praticamente di alcuni fenomeni e potrà dedicarsi, con maggior sicu-

rezza, al perfezionamento del proprio apparecchio avviandosi verso il successo che egli raggiungerà certamente.

Le considerazioni cui ho accennato e le precauzioni che ho consigliato, hanno tanta minore importanza quanto maggiore sarà la lunghezza d'onda che si vuol ricevere. Così, per la ricezione delle ultrapotenti stazioni ad onde superiori ai 10.000 metri, ogni apparato, anche il più imperfetto, dà, quasi sempre, risultati sodisfacenti.

68. Organi costituenti gli apparati per radio-comunicazioni.

Generatori di correnti: Pile ed accumulatori per l'alimentazione di apparati ricevitori. Alternatori e dinamo per l'alimentazione degli apparati trasmettitori.

Bobine di self – Circuiti oscillanti.

Capacità variabili: A dielettrico d'aria per gli apparati ricevitori, a dielettrico liquido per gli apparati trasmettitori.

Capacità fisse: A dielettrico solido (in generale mica).

Triodi.

Reostati: Cioè resistenze variabili che permettono di regolare l'intensità della corrente attraverso un circuito. In generale sono impiegati per regolare l'accensione dei filamenti delle valvole.

Potenziometri: Sono resistenze fisse sulle quali scorre un cursore che può esser portato, in tal modo, al potenziale voluto, entro i limiti stabiliti dalla tensione agli estremi della resistenza stessa.

Resistenze propriamente dette.

Telefoni.

Diffusori ed altisonanti.

Microfoni.

CAPITOLO II

DESCRIZIONE E COSTRUZIONE DEGLI ORGANI COSTITUENTI UN RICEVITORE - AMPLIFICATORE

69. **Generatori di corrente.** — Le batterie *B* (anodiche) per gli apparati ricevitori, sono generalmente costituite da batterie di pile a secco del tipo così detto « tascabile », riunite in serie, cioè con il polo positivo di un elemento connesso al negativo dell'elemento successivo. Generalmente queste batterie hanno la tensione di circa 80 volts (l'elettrodo positivo è costituito dal carbone).

La durata degli elementi a secco del tipo tascabile è, in generale, assai limitata (quattro mesi al massimo per quelli forniti dalle migliori fabbriche, salvo rare eccezioni).

Volendo eliminare l'inconveniente, spesso oneroso, della rinnovazione frequente delle batterie *B*, occorre sacrificare il vantaggio dovuto al loro piccolo ingombro e sostituirle con batterie costituite da elementi a liquido come quelle usate per i campanelli elettrici, ma di minori dimensioni.

La tensione media di un elemento, sia a secco che a liquido, si può valutare a circa 1,5 *V*. Per avere una tensione di circa 80 volts, occorrono quindi da 50 a 55 elementi.

È bene eseguire, di tanto in tanto, una presa di corrente sulla batteria, in modo da poter scegliere la migliore tensione di placca che varia dai 60 agli 80 volts.

Le batterie *A* sono generalmente costituite da batterie di accumulatori da $4 \div 6$ volts. È preferibile che abbiano una tensione di 6 volts, poichè allora, con l'uso dei reostati di accensione, è possibile portare la temperatura dei filamenti al valore ottimo.

Le batterie di accumulatori, che, come le precedenti, deb-

bono essere acquistate dal commercio, avranno caratteristiche adeguate all'energia che debbono fornire nell'unità di tempo. La loro capacità dipende, quindi, dal numero dei triodi che debbono alimentare contemporaneamente.

Si può ammettere che per 1 ÷ 2 triodi occorra una capacità in *ampères-ora* non inferiore ai 45; per 3 ÷ 4 triodi una capacità non inferiore ai 60, e per più di 4 triodi sino a 6 una capacità dai 90 ÷ 100. Tenendo presente che ogni triode consuma, in media, 0,7 amp. è facile stabilire qual'è la corrente che deve poter fornire una batteria, nell'unità di tempo, senza deteriorarsi.

Per esempio la batteria da 45 A. O dovrà, se impiegata con 2 triodi, fornire 1,4 Amp. nell'unità di tempo, a scarica continua. Attualmente si trovano in commercio triodi a debole consumo (0,06 amp.) per l'alimentazione dei quali possono essere impiegate batterie di pile da 4 volts, come batterie A.

La manutenzione degli accumulatori deve essere molto accurata se si desidera che la spesa fatta per il loro acquisto sia compensata da una lunga durata. Essa consiste, essenzialmente, nel non provocare mai corti circuiti, direttamente od indirettamente, fra i loro morsetti; nel non far mai decrescere la loro tensione al disotto di 1,8 *V* per ogni elemento, tensione che, quando gli accumulatori sono completamente carichi e tenuti a riposo, supera di poco i 2 *V*. Non si devono conservare lungo tempo carichi: la loro lunga vita dipende da frequenti cariche e scariche.

Se si verifica un principio di solfatazione, se cioè sulle placche scure cominciano ad apparire macchie di un giallo citrino sporco, debbono essere immediatamente consegnati ad una officina specializzata perchè li rimetta in ordine.

La carica degli accumulatori è bene venga eseguita, possibilmente, da apposite officine. Se si è costretti a caricarli da sè, occorre conoscere bene il metodo che, sotto richiesta, è fornito dalla casa produttrice.

La loro carica dev'essere effettuata con corrente continua:

quindi, se la linea di distribuzione di energia di cui si dispone non è a corrente continua, occorre ottenere corrente continua, sia mediante un apposito gruppo convertitore (motore-dinamo), sia mediante apparati raddrizzatori statici o rotanti. In commercio se ne trovano di svariati tipi. I migliori sono quelli basati sul principio raddrizzatore della valvola ionica o quelli basati sul principio dei motori sincroni.

I generatori per le stazioni trasmettenti sono alternatori o dinamo.

Le sorgenti di alimentazione debbono essere sempre accuratamente isolate dalla terra a causa delle frequenze elevatissime dalle quali sono attraversate. Comuni isolatori di porcellana, come quelli impiegati per gli impianti elettrici casalinghi, possono rispondere abbastanza bene allo scopo di isolare da terra le batterie A e B dei ricevitori.

70. **Circuiti oscillanti.** — La principale caratteristica che deve avere un circuito oscillante è, come abbiamo già più volte ricordato, quella di poter essere messo in condizioni di risonanza con la frequenza relativa alla lunghezza d'onda desiderata. Occorre, quindi, essere padroni di modificare la frequenza di un circuito oscillante, sia agendo sul valore L della self, sia agendo sulla capacità variabile.

71. **Determinazione degli elementi di un circuito oscillante.** — La formula seguente, dovuta a Thomson, esprime il legame tra la lunghezza d'onda, la self e la capacità in un circuito oscillante:

$$\lambda = 2 \pi V \sqrt{L \cdot C} \qquad (10)$$

λ = lunghezza d'onda in metri; $\pi = 3{,}1416$; V = velocità della luce: (3×10^8); L = self in henrys; C = capacità in Farads. In base a questi valori, ed esprimendo L in microhenrys e C in microfarads, la 10 si trasforma nella seguente:

$$\lambda = 1885 \sqrt{L \cdot C} \qquad (11)$$

Questa formula dimostra come sia possibile variare la

lunghezza d'onda propria di un circuito oscillante, variando sia C sia L o contemporaneamente entrambi.

Queste variazioni non sono completamente arbitrarie poichè la condizione cui deve obbedire un circuito oscillante è espressa dalla seguente disuguaglianza:

$$R^2 < \frac{4L}{C} \tag{12}$$

dove R rappresenta la resistenza ohmica del circuito. Questa relazione dimostra come, volendo variare la frequenza di un circuito oscillante, convenga aumentare la self piuttosto che la capacità. Se questa relazione è invertita il circuito diviene *aperiodico*, cioè inadatto ad entrare in risonanza.

Seguono alcuni dati puramente empirici, ai quali il costruttore si potrà attenere, *cum granu salis*, senza dover ricorrere alla verifica del proprio circuito oscillante applicando la relazione precedente.

TABELLA I.

Lunghezza d'onda in metri			Capacità in microfarads		
da		a	da		a
150	÷	400	0,00005	÷	0,00025
400	÷	3.000	0,00005	÷	0,0005
3.000	÷	6.000	0,00005	÷	0,001
6.000	÷	25.000	0,00005	÷	0,0025

Dalle considerazioni fatte, risulta che, quanto maggiore sarà il campo di lunghezza d'onda che si vuol esplorare, tanto maggiore dovrà essere il numero delle bobine di cui si deve disporre, poichè occorre evitare, sin che è possibile, l'impiego di bobine uniche munite di prese intermedie di spire. In ogni modo non è detto che non si possa assolutamente adottare questo sistema là dove l'esperienza dimostri una certa utilità.

In possesso delle due relazioni, o meglio della formula di Thomson e della tabella I, sarà sempre possibile determinare

uno dei tre elementi che compaiono nella equazione (lunghezza d'onda, capacità e self) conoscendo gli altri due.

La risoluzione della formula di Thomson si può rapidamente ottenere, con approssimazione largamente sufficiente per gli usi correnti, sia mediante l'impiego dell'abaco I, sia mediante l'impiego della tabella II.

72. **Impiego dell'abaco I per risolvere la formula di Thomson.** — L'abaco I, fuori testo, rappresenta un'ellissi divisa da una retta passante per i fuochi.

Su questa linea sono rappresentate le lunghezze d'onda in metri; sulla metà sinistra della periferia dell'ellissi sono rappresentate le capacità in microfarads, e sulla parte destra i valori di L (self induttanza) in microhenrys.

Volendo stabilire quale sarà la lunghezza d'onda corrispondente ad un circuito oscillante, avente come capacità un determinato valore C e come self un determinato valore L, non v'è altro che congiungere, con una riga, questi due punti, e leggere il valore di λ sulla intersezione della riga con la retta centrale.

Così, volendo conoscere quale sarà il valore che dovrà avere la self per una data capacità C allo scopo di raggiungere una stabilita lunghezza d'onda λ, non v'è altro che congiungere C e λ e leggere, sulla intersezione della congiungente di questi due punti con la parte destra della ellissi, il valore corrispondente.

Per determinare la capacità che deve essere impiegata con una self stabilita, per raggiungere una lunghezza d'onda fissata, si opera in modo analogo.

73. **Impiego della Tabella II per la risoluzione della formula di Thomson.** — La tabella II è a semplice entrata ed ha, per argomento, il prodotto $L \times C$. Per l'applicazione di questa tabella, si esprime λ in metri, L in millihenrys (millesimi di henrys eguali ai microhenrys divisi per 1000) e C in millimicrofarads (millesimi di microfarad). I valori

dell'*argomento* $L \cdot C$ sono riportati nella prima colonna da 0,10 a 0,99. La seconda colonna dà il λ corrispondente. Una terza colonna dà il λ corrispondente all'argomento moltiplicato per 10, cioè ai prodotti $L \cdot C$ da 1,0 a 9,9. È, insomma, una tabella da 0,10 a 9,9 la cui disposizione ha lo scopo unico di guadagnare spazio.

$L \times C$ entra, nella formula di Thomson, sotto il segno di radice quadrata, basta, perciò, per avere λ relativo ad un numero 100 volte più grande o più piccolo dell'argomento della tavola, moltiplicare o dividere per 10 il numero dato dalla tabella. Ciò si riduce a spostare la virgola di una cifra rispettivamente verso destra o verso sinistra.

TABELLA II.

N	Lunghezza d'onda corrispondente		N	Lunghezza d'onda corrispondente		N	Lunghezza d'onda corrispondente	
	a N	a 10 N		a N	a 10 N		a N	a 10 N
	m.	m		m.	m.		m.	m.
0,10	596,1	1 885,0	25	942,5	2 980,4	0,40	1 192,2	3 769,9
11	625,2	1 977,0	26	961,1	3 039,4	41	1 207,0	3 816,7
12	653,0	2 064,8	27	979,5	3 097,3	42	1 221,6	3 863,0
13	679,6	2 149,2	28	997,4	3 154,1	43	1 236,0	3 908,7
14	705,3	2 230,3	29	1 015,1	3 210,0	44	1 250,3	3 953,9
15	730,0	2 308,6	0,30	1 032,4	3 264,8	45	1 264,5	3 998,6
16	754,0	2 384,3	31	1 049,5	3 318,8	46	1 278,5	4 042,8
17	777,2	2 457,7	32	1 066,3	3 371,9	47	1 292,3	4 086,5
18	799,7	2 528,9	33	1 082,8	3 424,2	48	1 305,9	4 129,7
19	821,6	2 598,2	34	1 099,1	3 475,7	49	1 319,5	4 172,5
0,20	843,0	2 665,7	35	1 115,2	3 526,4	0,50	1 332,9	4 214,9
21	863,8	2 731,6	36	1 131,0	3 576,5	51	1 346,2	4 256,8
22	884,1	2 795,8	37	1 146,6	3 625,8	52	1 359,3	4 298,4
23	904,0	2 858,7	38	1 162,0	3 674,5	53	1 372,3	4 339,5
24	923,4	2 920,2	39	1 177,2	3 722,5	54	1 385,2	4 380,2

N	Lunghezza d'onda corrispondente		N	Lunghezza d'onda corrispondente		N	Lunghezza d'onda corrispondente	
	a N	a 10 N		a N	a 10 N		a N	a 10 N
	m.	m.		m.	m.		m.	m.
55	1 397,9	4 420,6	0,70	1 577,1	4 987,1	85	1 737,8	5 495,5
56	1 410,6	4 460,6	71	1 588,3	5 022,6	86	1 748,0	5 527,8
57	1 423,1	4 500,3	72	1 599,4	5 057,9	87	1 758,2	5 559,8
58	1 435,5	4 539,6	73	1 610,5	5 092,9	88	1 768,3	5 591,7
59	1 447,9	4 578,5	74	1 621,5	5 127,6	89	1 778,3	5 623,4
0,60	1 460,1	4 617,2	75	1 632,4	5 162,2	0,90	1 788,2	5 654,9
61	1 472,2	4 655,5	76	1 643,3	5 196,5	91	1 798,1	5 686,2
62	1 484,2	4 693,5	77	1 654,0	5 230,5	92	1 808,0	5 717,4
63	1 496,1	4 731,2	78	1 664,7	5 264,4	93	1 817,8	5 748,3
64	1 508,0	4 768,6	79	1 675,4	5 298,0	94	1 827,5	5 779,2
65	1 519,7	4 805,7	0,80	1 686,0	5 331,5	95	1 837,2	5 809,8
66	1 531,3	4 842,5	81	1 696,5	5 364,7	96	1 846,9	5 840,3
67	1 542,9	4 879,1	82	1 706,9	5 397,7	97	1 856,5	5 870,7
68	1 554,4	4 915,4	83	1 717,3	5 430,5	98	1 866,0	5 900,8
69	1 565,8	4 951,4	84	1 727,6	5 463,1	99	1 875,5	5 930,9

Questa tabella è stata estratta dal n. 16 dell'aprile 1923 della rivista *L'Onde Electrique* (Etienne Chiron, Editeur, 40 Rue de Seine, Paris).

Per un prodotto $L \times C$ 10.000 volte più grande o più piccolo dell'argomento della tavola, si sposterà la virgola di due cifre.

L'argomento $L \,.\, C$ è indicato sulla tavola con la lettera N.

Esempi:

se $L \,.\, C = 0{,}27\ (N)$, $\lambda =$ m. 979,50 (seconda colonna)

se $L \,.\, C = 27\ (N \times 100)$, $\lambda =$ m. 9795 (cioè il numero dato dalla tabella moltiplicato per 10)

se $L \cdot C = 0{,}0027 \left(\frac{N}{100}\right) \lambda =$ m. 97,95 = 98 (cioè il numero dato dalla tabella diviso per 10)

se $L \cdot C = 2{,}7\,(10\,N)$, $\lambda =$ m. 3097,30 (terza colonna)

se $L \cdot C = 270\ (10\,N \times 100)$, $\lambda =$ m. 30973 (cioè il numero dato dalla tabella moltiplicato per 10)

se $L \cdot C = 0{,}027 \left(\frac{10\,N}{100}\right)$, $\lambda =$ m. 310 (cioè il numero dato dalla tabella diviso per 10)

se $L \cdot C = 0{,}00027 \left(\frac{10\ N}{10.000}\right)$, $\lambda =$ m. 31 (cioè il numero dato dalla tabella diviso per 100).

Vediamo ora di risolvere un caso:

Dato il valore di C e dato il valore di L trovare il valore di λ.

$C = 1$ millimicrofarad (0,001 mfd.); $L = 15$ millihenrys (15.000 microhenrys):

$$L \times C = 15, \text{ cioè } N = 0{,}15 \times 100.$$

La tabella, in corrispondenza di 0,15 dà $\lambda = 730$ che, moltiplicato per 10, dà $\lambda = 7300$ m.

Il problema inverso si risolve con la stessa facilità.

Per conoscere gli elementi che deve avere un circuito di lunghezza d'onda propria di m. 2600, ad esempio, basta cercare nella tavola il numero 2600 nelle lunghezze d'onda, od il numero che più si avvicina, cioè m. 2598,20 che corrisponde al prodotto $L \cdot C = 1{,}9$. Se una delle due quantità L o C è conosciuta, una semplice divisione determinerà l'altra nel modo seguente:

$$L \cdot C = 1{,}9 \text{ da cui}$$

$$L = \frac{1{,}9}{C}$$

$$C = \frac{1{,}9}{L}$$

altrimenti si prende arbitrariamente L e C in modo che il loro prodotto sia sempre eguale (in questo caso a 1,9), ma ricordando che dovrà verificarsi la relazione 12.

Il costruttore, una volta in possesso dei valori che debbono avere self e capacità perchè il circuito oscillante con esse costituito possa essere accordato con un certo numero di lunghezze d'onda, dovrà realizzare, innanzi tutto, la bobina di self corrispondente.

74. **Condizioni alle quali deve sottostare una buona self induttanza. Tipi fondamentali di bobine.** — Una self deve, innanzi tutto, esser provvista del coefficiente L di self induzione necessario, presentando uno smorzamento minimo (a meno che questo smorzamento non sia richiesto dalle esigenze del funzionamento dell'apparato di cui fa parte); deve inoltre possedere la minima *capacità ripartita nociva.*

Lo smorzamento dipende, in gran parte, da resistenza ohmica, quindi, se lo si vuol ridurre, occorrerà impiegare, compatibilmente con le altre esigenze, filo a sezione relativamente grossa: 5-6-8/10.

La capacità nociva è dovuta, come abbiamo già detto, alla vicinanza di spire che si trovano a forti differenze di potenziale, cioè spire che, come numero d'ordine, differiscono molto l'una dall'altra.

La migliore bobina sarà quindi quella costituita da un solo strato di spire avvolte su di un supporto cilindrico, poichè, in questo caso, le spire che si trovano a forti differenze di potenziale l'una dall'altra, sono le più distanti.

La peggiore bobina sarà, invece, quella costituita da più strati di spire, disposte su di una certa estensione, poichè le spire di uno strato vengono a trovarsi assai vicine a quelle dello strato successivo, che hanno, rispetto a queste, un potenziale molto differente.

Non volendo quindi ricorrere a speciali sistemi di bobinaggio, e non potendo, d'altra parte, impiegare bobine ad

un solo strato in tutti quei casi nei quali esse dovessero risultare troppo ingombranti o comunque inadatte per gli scopi ai quali sono destinate, conviene avvolgere il filo a strati sovrapposti, ma di piccolissimo spessore (gallette piatte). In questo modo le spire, che differiscono molto come numero d'ordine, trovansi abbastanza distanziate.

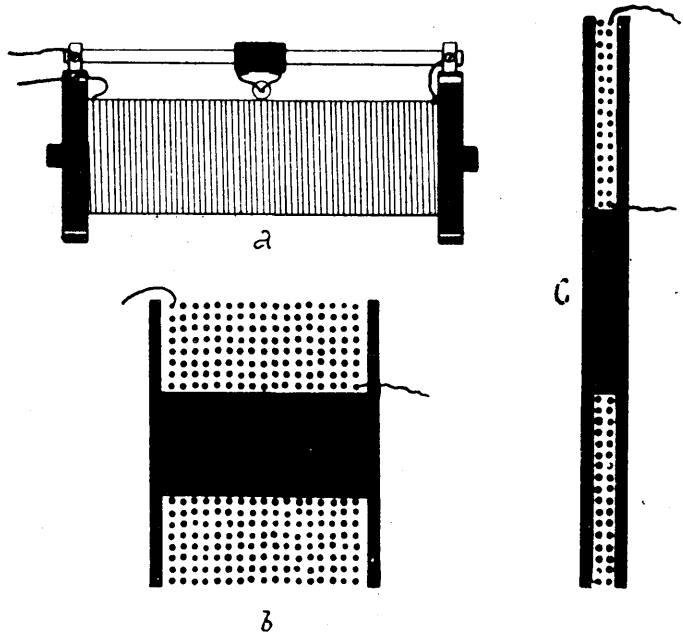


Fig. 64

La fig. 64 rappresenta i tre tipi di bobine che possono considerarsi come i tipi fondamentali.

La capacità nociva di una bobina riduce l'estensione della gamma di lunghezze d'onda del circuito oscillante di cui fa parte, rispetto a ciò che dovrebbe aversi secondo la teoria.

Per questo, si è studiata, in questi ultimi tempi, tutta una serie di bobine che tendono a ridurre al minimo la capacità

ripartita, senza bisogno di ricorrere alle bobine cilindriche, troppo ingombranti per gamme di lunghezze d'onda al di sopra dei 1000 m.

75. Costruzione di una bobina cilindrica ad un solo strato.

Questo tipo di bobina si realizza così: Stabilite le sue dimensioni e caratteristiche, si costruisce un cilindro di cartone o di ebanite o meglio e con maggior economia di cartone bakelizzato. Lo spessore della parete cilindrica sarà generalmente di circa mm. 3.

Per il dilettante, il cilindro di cartone sarà più indicato anche perchè potrà procurarselo già fatto presso un fotografo. Infatti, la carta sensibile al bromuro d'argento, di grandi dimensioni, viene confezionata, dalle fabbriche, in astucci cilindrici di cartone del diametro di circa 10 cm.

Ricavato il cilindro della lunghezza voluta, lo si essicca, ponendolo, per esempio, per qualche tempo, di fronte al radiatore di una stufa elettrica.

Non appena ogni traccia di umidità sarà scomparsa, lo si vernicerà con vernice lacca (soluzione alcoolica di lacca del commercio) e quindi lo si farà asciugare accuratamente.

Asciutto che sia, si praticano, sul cilindro, due fori di diametro corrispondente a quello del filo prescelto, si passa attraverso di essi il filo, assicurandovelo con un nodo, e si inizia l'avvolgimento serrando accuratamente le spire tra loro.

La fig. 65 mostra l'inizio dell'operazione. Nella figura le spire, per chiarezza, sono distanziate.

Disponendo di un tornio, il bobinaggio si potrà eseguire più agevolmente e rapidamente. Si bloccherà, per questo, il cilindro, tra due guancie di legno, centrando il tutto sul tornio.

In ogni modo, non dovendo costruire un gran numero. di bobine, il bobinaggio a mano non presenterà difficoltà. Basta assicurare il filo ad un gancio fissato alla parete estrema di un corridoio e, tenendo la bobina nelle mani, dopo aver passato l'estremo libero del filo attraverso i due fori, si comincerà a far rotare lentamente la bobina avendo cura di avvici-

narsi a mano a mano al muro, per mantenere il filo ad una discreta tensione e facendo attenzione a non sovrapporre le spire.

Ad avvolgimento ultimato si assicura l'altro estremo del filo passandolo attraverso ad altri due fori e si essicca di nuovo la bobina; si vernicia, quindi, l'avvolgimento, con un leggero

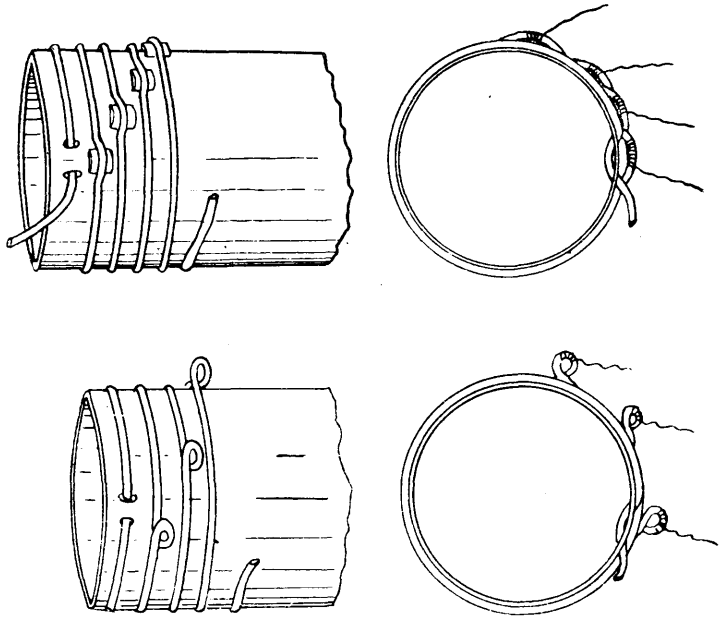


Fig. 65

strato di lacca poco penetrante per non aumentare la capacità tra spira e spira.

Volendo eseguire prese intermedie basta, nei punti prestabiliti, interporre, tra spira e carcassa, un pezzetto di cartone che sollevi in quel punto la spira. Sarà facile, a bobina ultimata, scoprire, con un temperino, l'avvolgimento nei punti rilevati, per saldarvi un pezzo di treccia di rame. Meglio ancora se, nei punti dove si dovranno stabilire le prese, si farà un *cappio* al filo, in luogo di porre il pezzetto di cartone.

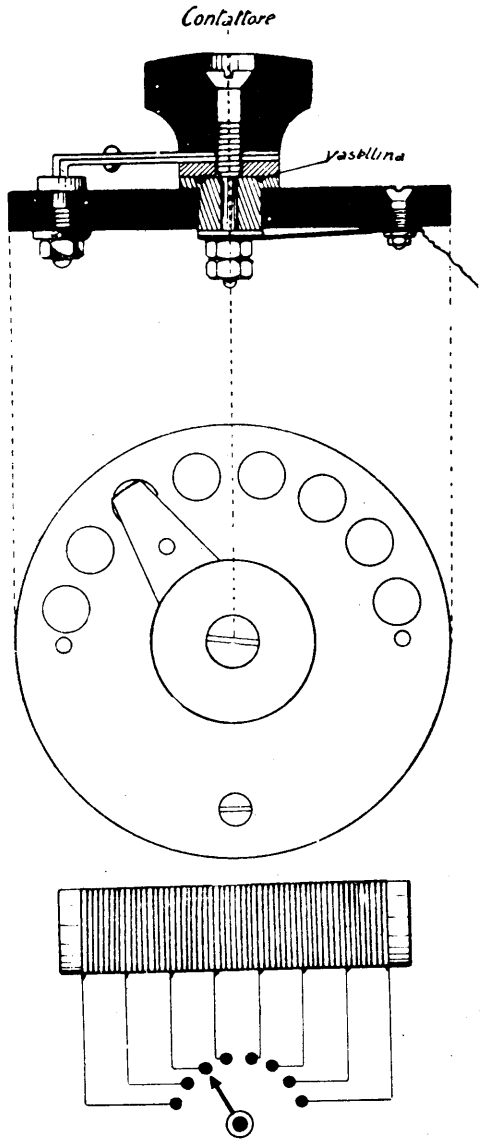


Fig. 66

Nella stessa fig. 65 si possono osservare le prese eseguite come è stato indicato. Queste prese dovranno esser disposte secondo una linea elicoidale, per comodità. La fig. 66 rappresenta una bobina cilindrica con prese connesse ad un contattore ed il contattore stesso. La fig. 67 rappresenta un contatore F. A. R. montato provvisoriamente su un supporto di ebanite.

È bene ricordare che, negli apparati per radiocomunicazioni, *le saldature debbono essere eseguite a resina e con stagno molto fino.*

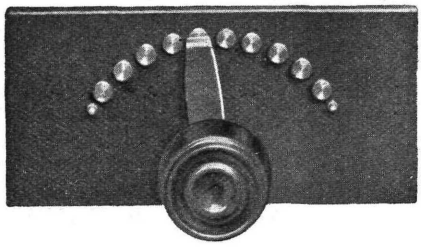


Fig. 67

76. Costruzione delle bobine a tela di ragno ed a fondo di paniere semplici e « duolateral ».

Bobina a tela di ragno. — La fig. 68 rappresenta una bobina a tela di ragno montata su di un porta-spine di ebanite che ne permette l'innesto ed il disinnesto. Per costruirla si procede così:

Si ricava, da un foglio di cartone, spesso circa mm. 2 ed imbevuto di vernice lacca, o da un foglio di *presspahn* dello stesso spessore, od infine, da un foglio di fibra nera; un disco di diametro corrispondente alle dimensioni che dovrà avere la bobina; si disegnerà, con un compasso, un cerchio concentrico alla periferia e di diametro eguale al diametro interno che dovrà avere la bobina, si praticherà quindi, sul disco, un numero dispari di fenditure radiali che, partendo dalla periferia esterna, si arresteranno alla periferia del disco interno, come è evidente in figura.

Il numero delle fenditure non sarà mai inferiore alle 15 e sarà tanto maggiore quanto maggiori saranno le dimensioni della bobina, allo scopo di eliminare l'inconveniente

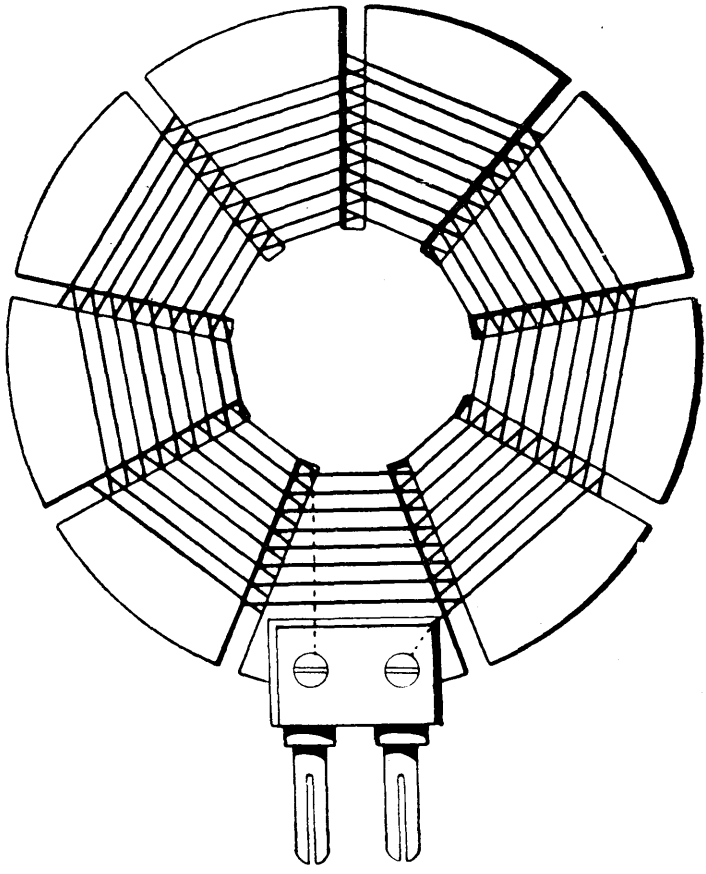


Fig. 68

della irregolarità di sovrapposizione delle spire, durante il bobinaggio, mano a mano che le fenditure radiali divergono. La luce delle fenditure sarà di 2÷3 mm.

Ottenuto così il supporto, si comincerà ad avvolgere il filo, passandolo alternativamente tra uno spicchio e l'altro del

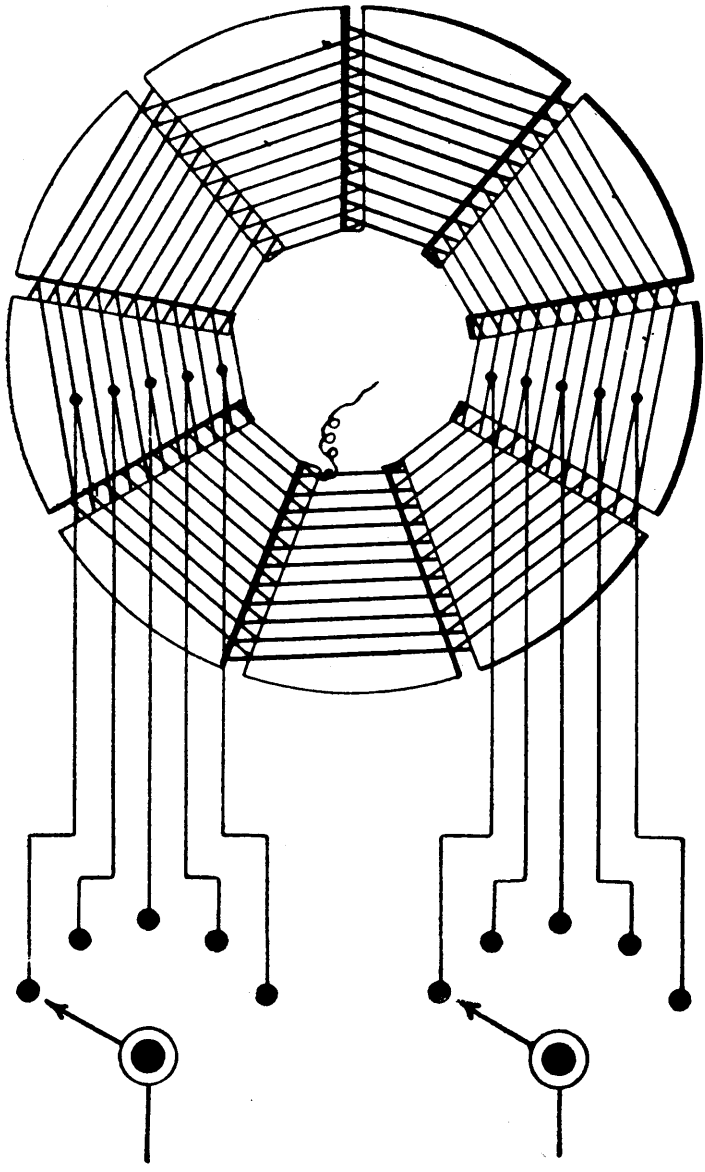


Fig. 69

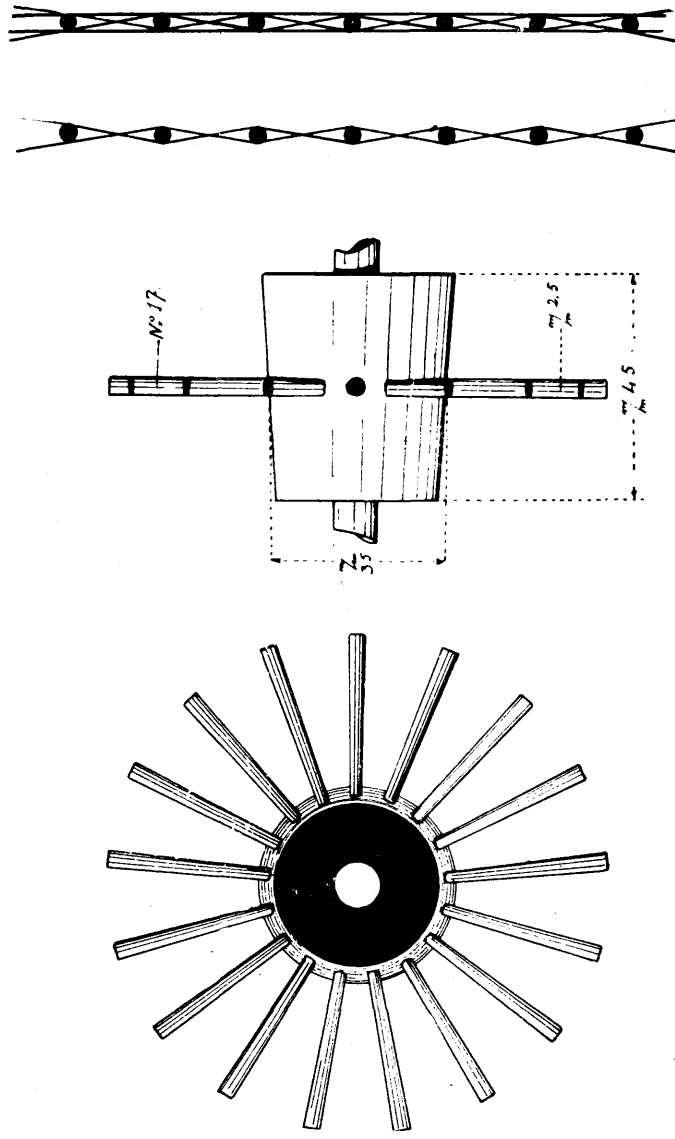


Fig. 70

disco e avendo cura che gli strati successivi si sovrappongano regolarmente. Questa bobina assume l'aspetto di una tela di ragno. Il numero delle spire è eguale al numero dei fili, che si incrociano sulla fenditura corrispondente al capo esterno del conduttore.

La fig. 69 rappresenta una bobina a tela di ragno con prese e contattori per montaggio in Ondin.

BOBINA A FONDO DI PANIERE SEMPLICE. — Un altro tipo di bobina, simile alla precedente, è quello detto *a fondo di paniere semplice.*

Il supporto, in questo tipo di bobina, è provvisorio. Esso è costituito da un mandrino di legno duro (bosso) o di ebanite, della forma e delle dimensioni indicate in fig. 70.

Il mandrino ha una superficie conica che permette la facile estrazione della bobina ultimata. Sulla linea periferica mediana del cono si pratica un numero dispari di fori che non sarà mai inferiore al numero di 17 per bobine di diametro massimo sino a cm. 10. Per bobine di diametro superiore il numero dei fori dovrà aumentare, pure restando dispari.

Nei fori vengono innestate altrettante spine di ottone, o meglio di acciaio (ricavate, per esempio, da grossi ferri da calza), di diametro di 3÷4 mm. e di lunghezza tale che superino di almeno 1 cm., il raggio massimo che dovrà avere la bobina ultimata. Le punte delle spine, che debbono essere innestate nei fori, saranno coniche e così anche i fori.

Ottenuto il supporto, che in questo caso è, come abbiamo detto, provvisorio, si inizia l'avvolgimento passando alternativamente il filo tra un bastoncino e l'altro come è rappresentato in fig. 70.

A bobina ultimata si verniceranno le spire con vernice lacca, avendo la precauzione che lo strato di vernice sia molto sottile, per non aumentare troppo il potere induttore specifico del dielettrico. Asciugata che sia la vernice, si estrarranno i bastoncini e quindi si farà scivolare la bobina sul cono, dalla parte della base minore, in modo da liberarla completamente dal mandrino.

Il numero delle spire di questa bobina si ottiene moltiplicando per 2 il numero dei fili, che si incrociano sul raggio compreso tra due spine contigue corrispondente al capo esterno del conduttore.

Se si desiderano delle prese intermedie sulle spire, non v'è altro che fare un cappio al filo come in fig. 65, durante il bobinaggio e nei punti voluti.

La fig. 71 mostra l'aspetto di questa bobina ultimata.

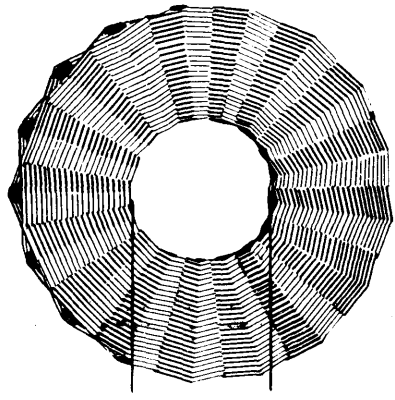


Fig. 71

BOBINA A FONDO DI PANIERE «DUOLATERAL». — Un altro tipo di bobina speciale è quella detta a fondo di paniere *duolateral*.

Essa ha il vantaggio di occupare minore spazio della precedente, in senso diametrale. Si realizza impiegando lo stesso mandrino indicato per la bobina a fondo di paniere semplice. Il bobinaggio si effettua abbracciando col filo, alternativamente, due spine in luogo di una come è rappresentato in fig. 70.

Il numero delle spire, a bobina ultimata, è dato dal numero dei fili che si incrociano su una delle spine in corrispondenza del capo esterno moltiplicato per 2.

77. Calcolo delle bobine cilindriche ad un solo strato. — La relazione che lega i vari elementi di una self cilindrica ad un solo strato, è la seguente:

$$L \text{ (microhenrys)} = \frac{K \cdot (\pi \cdot d \cdot n)^2 \cdot l}{1000} = \text{anche } \frac{K \cdot \pi^2 \cdot d^2 \cdot N^2}{l \cdot 1000} \qquad (13)$$

dove: L = valore self; $\pi = 3{,}1416$; d = diametro bobina in cm.; n = numero delle spire al cm.; l = lunghezza bobinata in cm.; K = coefficente di correzione dipendente dal rapporto $\frac{d}{l}$; $N = nl$ cioè totale delle spire bobinate.

L'applicazione di questa formula, quando si voglia verificare una bobina già costruita, è intuitivo.

Quando, invece, come accade più comunemente, si voglia costruire una bobina che possieda un determinato valore di L, si procede così:

Stabilito il valore di L che si vuol raggiungere, si fissano il diametro della bobina e la sua lunghezza. Esempio:

L = 180 microhenrys
d = 10 cm.
l = 4 cm.

Fissati questi tre elementi, in base all'impiego cui la bobina è destinata, si cerca, sulla tabella III, il valore che deve avere K in funzione del rapporto $\frac{10}{4} = 2{,}5$. In corrispondenza di questo valore, la tabella ci dà 0,471865.

Si può allora impostare la formula per la sua risoluzione rispetto ad n:

$$180 = \frac{0{,}471865 \cdot 9{,}9 \cdot 100 \cdot 4 \cdot n^2}{1000} \text{ da cui si ha}$$

$$n^2 = \frac{180000}{0{,}471865 \cdot 9{,}9 \cdot 100 \cdot 4}$$

$$n^2 = \frac{180000}{1868} = 96{,}4$$

$$n = \sqrt{96{,}4} = \text{circa } 9{,}8 \text{ spire per cm.}$$

Sulla tabella IV si trova che un filo da 0,80 d. s. c. comporta $n = 9{,}9$ al cm., lo si può quindi adottare.

TABELLA III.

$\frac{d}{l}$	k	$\frac{d}{l}$	k	$\frac{d}{l}$	k
0,01	0,995769	0,51	0,815082	1,60	0,579543
0,02	0,991562	0,52	0,812049	1,65	0,572119
0,03	0,987381	0,53	0,809037	1,70	0,564903
0,04	0,983224	0,54	0,806046	1,75	0,557885
0,05	0,979092	0,55	0,803075	1,80	0,551057
0,06	0,974985	0,56	0,800125	1,85	0,544413
0,07	0,970903	0,57	0,797195	1,90	0,537945
0,08	0,966847	0,58	0,794285	1,95	0,531647
0,09	0,962815	0,59	0,791395	2,00	0,525510
0,10	0,958807	0,60	0,788525	2,10	0,513701
0,11	0,954825	0,61	0,785675	2,20	0,502472
0,12	0,950868	0,62	0,782844	2,30	0,491782
0,13	0,946935	0,63	0,780032	2,40	0,481591
0,14	0,943025	0,6	0,777240	2,50	0,471865
0,15	0,939141	0,65	0,774467	2,60	0,462573
0,16	0,935284	0,66	0,771713	2,70	0,453686
0,17	0,931450	0,67	0,768978	2,80	0,445177
0,18	0,927639	0,68	0,766262	2,90	0,437023
0,19	0,923854	0,69	0,763565	3,00	0,429199
0,20	0,920093	0,70	0,760886	3,10	0,421687
0,21	0,916356	0,71	0,758225	3,20	0,414468
0,22	0,912643	0,72	0,755582	3,30	0,407524
0,23	0,908954	0,73	0,752958	3,40	0,400840
0,24	0.905290	0,74	0,750351	3,50	0,394401
0,25	0,901649	0,75	0,747762	3,60	0,388192

$\frac{d}{l}$	k	$\frac{d}{l}$	k	$\frac{d}{l}$	k
0,26	0,898033	0,76	0,745191	3,70	0,382203
0,27	0,894440	0,77	0,742637	3,80	0,376421
0,28	0,890871	0,78	0,740100	3,90	0,370834
0,29	0,887325	0,79	0,737581	4,00	0,365438
0,30	0,883803	0,80	0,735079	4,10	0,360206
0,31	0,880305	0,81	0,732593	4,20	0,355147
0,32	0,876829	0,82	0,730126	4,30	0,350249
0,33	0,873377	0,83	0,727675	4,40	0,345503
0,34	0,869948	0,84	0,725240	4,50	0,340898
0,35	0,866542	0,85	0,722821	4,60	0,336431
0,36	0,863158	0,90	0,710969	4,70	0,332098
0,37	0,859799	0,95	0,699509	4,80	0,327890
0,38	0,856461	1,00	0,688423	4,90	0,323800
0,39	0,853146	1,05	0,677697	5,00	0,319825
0,40	0,849853	1,10	0,667315	5,50	0,301502
0,41	0,846583	1,15	0,657263	6,00	0,285406
0,42	0,843335	1,20	0,647527	6,50	0,271244
0,43	0,840110	1,25	0,638095	7,00	0,258407
0,44	0,836906	1,30	0,628950	7,50	0,246982
0,45	0,833723	1,35	0,620086	8,00	0,236581
0,46	0,830563	1,40	0,611487	8,50	0,227147
0,47	0,827424	1,45	0,603144	9,00	0,218528
0,48	0,824307	1,50	0,595045	9,50	0,210617
0,49	0,821211	1,55	0,587182	10,00	0,203315
0,50	0,818136				

Tabella riportata da *Le Premier Livre de l'Amateur de T. S. F.* di JOSEPH ROUSSEL. Librairie Vuibert 63, Boulevard Saint-Germain, Paris.

La bobina avrà così le seguenti caratteristiche:

per $L = 180$ microhenrys
$d =$ cm. 10
$l =$ cm. 4.
conduttore $= 0{,}80$ d. s. c.

Per maggior sicurezza, a bobina calcolata, sarà bene, prima di passare alla costruzione, eseguirne la verifica applicando la formula n. 13 e risolvendo, questa volta, rispetto ad L:

$$L = \frac{0{,}471865 \,.\, 9{,}9 \,.\, 96 \,.\, 100 \,.\, 4}{1000}$$

cioè $L = 180$ microhenrys circa, come si desiderava.

Costruita che sia la bobina, e disponendo di uno strumento di misura, sarà bene verificare un'ultima volta il valore di L.

78. **Impiego dell'abaco II.** — L'abaco n. II non permette calcoli di gran precisione, in ogni modo, per gli usi pratici, darà risultati soddisfacenti. Il suo impiego può essere anche molto utile nell'applicazione della formula n. 13, poichè, scelto il diametro della bobina, l'abaco, in funzione di un determinato tipo di conduttore e della self in microhenrys che si vuole ottenere, permette di determinare, approssimativamente, la lunghezza l da bobinare, che si può, così, introdurre nella 13 per il calcolo di verifica.

Per impiegare l'abaco si sceglie il valore della self che si vuole ottenere sulla verticale 4 e la sezione di filo che si ritiene di dover impiegare sulla verticale 3; si connettono questi due punti con una riga. L'intersezione della congiungente con la verticale mediana di riferimento si connette con il diametro della bobina sulla verticale 1 e la congiungente così ottenuta si prolunga. L'intersezione di questa congiungente con la verticale 2 dà la lunghezza da bobinare.

Debbasi, per esempio, calcolare una bobina di $L = 480$. Scelto un conduttore del n. 22 *B. S. W.* (Scala americana) (Tabella XII), ed un diametro di 101,6 mm., si determina l sulla verticale 2, corrispondente a mm. 150,8.

TABELLA IV.

Conduttori Pirelli

Scala decimale

Bobinaggio cilindrico ad un solo strato								
Diametro mm.	Diametro in mm. per ogni tipo di copertura				Numero spire al cm.			
	s.s.s	d.s.s.	s.s.c.	d.s.c.	s.s.s.	d.s.s.	s.s.c.	d.s.c.
0,10	0,15	0,18	0,22	0,31	66,6	55,5	45,5	32,3
0,15	0,20	0,23	0,27	0,36	50,0	43,5	37,0	27,8
0,20	0,25	0,28	0,32	0,41	40,0	35,7	31,3	24,2
0,25	0,30	0,33	0,37	0,46	33,3	30,2	27,0	21,4
0,30	0,35	0,38	0,42	0,51	28,5	26,3	23,9	19,7
0,35	0,40	0,43	0,47	0,56	25,0	23,2	21,3	18,0
0,40	0,45	0,48	0,52	0,61	22,2	20,8	19,3	16,7
0,45	0,50	0,53	0,57	0,66	22,0	18,8	17,6	15,2
0,50	0,55	0,58	0,62	0,71	18,2	17,2	16,2	14,1
0,55	0,60	0,63	0,67	0,76	16,6	15,9	15,0	13,2
0,60	0,65	0,68	0,72	0,81	15,4	14,7	13,9	12,4
0,65	0,70	0,73	0,77	0,86	14,4	13,7	13,0	11,7
0,70	0,75	0,78	0,82	0,91	13,3	12,9	12,2	11,0
0,75	0,80	0,83	0,87	0,96	12,5	12,1	11,5	10,5
0,80	0,85	0,88	0,92	1,01	11,7	11,4	10,9	9,9
0,85	0,90	0,93	0,97	1,06	11,1	10,8	10,3	9,5
0,90	0,95	0,98	1,02	1,11	10,5	10,2	9,8	9,1
0,95	1,00	1,03	1,07	1,16	10,0	9,8	9,4	8,7
1,00	1,05	1,08	1,12	1,21	9,5	9,3	9,1	8,3

s.s.c = semplice strato cotone — d.s.c = doppio strato cotone
s.s.s = » » seta — d.s.s = » » seta

Applicando questi dati alla formula 13 si trova un valore di L = circa 490, il che dimostra come, negli usi pratici dei dilettanti, l'approssimazione di questi calcoli sia sufficentissima; infatti basterà diminuire di qualche spira la propria bobina e verificare nuovamente, se si desidera una precisione maggiore.

79. **Calcolo del coefficiente di self induzione delle bobine a tela di ragno e a fondo di paniere semplici e « duolateral ».** — La formula da applicarsi è la seguente: (1)

$$L \text{ in microhenrys} = \frac{20\, n^2 R}{1000} \qquad (14)$$

dove:

L = self in microhenrys;

n = numero delle spire;

R = raggio medio in cm. ottenuto dividendo per 2 la somma del raggio minimo e del raggio massimo.

Questa formula dà, in pratica, risultati abbastanza precisi nei riguardi degli usi per cui è destinata. L'errore medio che si può commettere è del 10÷15 % in meno, nella determinazione di L.

La 14 dice che: *il coefficiente di self induzione è proporzionale al quadrato del numero delle spire ed al raggio medio.*

Osservando la formula, vediamo subito che si presta a verificare, rapidamente, il coefficiente di self induzione di una bobina già costruita, poichè, in questo caso, si hanno direttamente a disposizione tutti i termini della formula eccetto L che si calcola immediatamente. Non accade lo stesso per il caso più frequente, cioè quello per cui, dato L, si vogliono determinare i dati costruttivi della bobina, cioè il numero delle spire. Infatti R dipende dal numero delle spire per ogni centimetro di bobinaggio in senso radiale. Per applicare la formula su detta, in questo secondo caso, occorre, quindi,

(1) Estratta dal n. 31 della rivista *La T. S. F. moderne*, 11, Avenue de Saxe, Paris.

procedere per tentativi e, perchè questi tentativi siano nel minor numero possibile, è necessario fissare empiricamente alcuni dati di partenza.

Più precisamente, supponiamo che si tratti di una bobina a fondo di paniere semplice, ottenuta su di un mandrino di dimensioni corrispondenti a quelle indicate nel paragrafo 76. Occorre, innanzi tutto, conoscere quante spire saranno comprese in un centimetro nel senso radiale, poichè allora, prevedendo, come primo tentativo, un certo numero totale di

TABELLA V.

Bobine a tela di ragno e a fondo di paniere semplici			Bobine a fondo di paniere duolateral		
Dimensioni filo	Isolamento	Coefficente N.	Dimensioni filo	Isolamento	Coefficente N.
6/10	d.s.c.	13,2	3/10	s.s.c.	62
4/10	»	17,8	2/10	d.s.c.	72
3/10	s.s.s.	31,0	1/10	s.s.s.	132

spire, ci sarà possibile fissare subito il valore del raggio massimo, e quindi di R da introdursi nella formula, per la verifica. A verifica ottenuta, se L non corrisponde al valore stabilito, si modifica n e così, per mezzo di successive approssimazioni, si giunge alla precisione voluta.

Per ottenere il valore del raggio massimo, basta dividere il *numero totale* delle spire stabilito, per il relativo coefficiente N determinato sulla tabella V e quindi, al quoziente così ottenuto, si aggiungerà il raggio del mandrino.

Esempio: Si voglia calcolare una bobina a fondo di paniere semplice che abbia una self $L = 66.000$ cm. *C. G. S.*
Innanzi tutto, se la bobina non dovrà essere impiegata per usi speciali, dovrà avere minimo smorzamento, quindi potremo impiegare un filo di grossa sezione non essendovi da temere, dato il piccolo valore di L, dimensioni troppo grandi. Sceglieremo, perciò, un filo da $^6/_{10}$, con doppio isolamento in cotone,

per ridurre al minimo gli effetti della capacità nociva. Stabilito così il filo, occorre assegnare alla bobina un certo numero di spire per poter calcolare il raggio medio. Supponiamo che il numero totale di spire sia eguale a 36. Il coefficiente N è 13,2, quindi la dimensione radiale della bobina ultimata sarà: 36 : 13 = 2.7 circa.

Il raggio minimo (R min.) della bobina sarà eguale a quello del mandrino cioè cm. 1,75. Il raggio massimo (R max.) sarà quindi eguale a 1,75 + 2,7 = 4,45, quindi:

$$R = \frac{R\,\text{min.} + R\,\text{max.}}{2} = \frac{1{,}75 + 4{,}75}{2} = 3{,}1 \text{ cm.}$$

Possiamo adesso applicare la formula per verificare se la bobina così progettata, corrisponde o no ad una self $L = 66.000$.

Applicando la formula avremo:

$$L \text{ cm. } C.\,G.\,S. = 20 \times 36^2 \times 3.1$$
$$L \quad \text{»} \quad = 20 \times 1296 \times 3.1$$
$$L \quad \text{»} \quad = 80352$$

Tenendo conto anche del fatto che, come abbiamo detto, l'applicazione di questa formula, conduce ad errori in meno di circa 10÷15 %, questo valore è troppo forte per il valore di L stabilito. Non ci resta altro che diminuire il numero delle spire e quindi anche R. Proviamo quindi con $n = 30$ spire.

R = cm. 2.88; $L = 51840$ che, anche tenuto conto dell'errore in meno dal 10÷15 % è al disotto del fabbisogno. Adotteremo allora 32 spire che ci dànno appunto, tenendo conto dell'errore, un valore di $L = 66000$ circa.

La tabella VI è relativa ad un certo numero di bobine d'uso corrente.

TABELLA VI.

BOBINE A FONDO DI PANIERE						
SEMPLICI						
Filo	Isolamento	Spire	L in cm. C.G.S.	λ_0 in metri per cap. 0,00005 m. f. d.	Per cap. in m. f. d.	λ max.
6/10	d.s.c.	32	66000	115	0,00025	245
4/10	»	50	174000	180	»	400
3/10	s.s.s.	72	334000	250	0,0005	780
DUOLATERAL						
3/10	s.s.s.	140	1.250.000	500	0,0005	1450
2/10	d.s.s.	260	5.300.000	950	0,0005	3500
					0,001	4400
1/10	s.s.s.	380	10.000.000	1450	0,0005	4300
					0,001	5800
					0,002	8500
					0,0025	10000

80. **Costruzione delle bobine a nido d'ape.** — Questo tipo di bobine, che gli inglesi chiamano *honeycomb*, ha, sugli altri tipi, il vantaggio di presentare minima capacità ripartita e minimo ingombro, anche per forti valori di *L*.

La sua costruzione non presenta maggiori difficoltà di quella delle altre bobine, richiede soltanto una certa precisione di manovra.

Il mandrino, provvisorio, ha la forma e le dimensioni di quello rappresentato in fig. 72.

Può essere o di bosso, o di ottone. Alle sue estremità si praticano due corone di 18 fori ciascuna. I fori di una corona saranno sfalsati, rispetto a quelli dell'altra, di 0,5, cioè, un

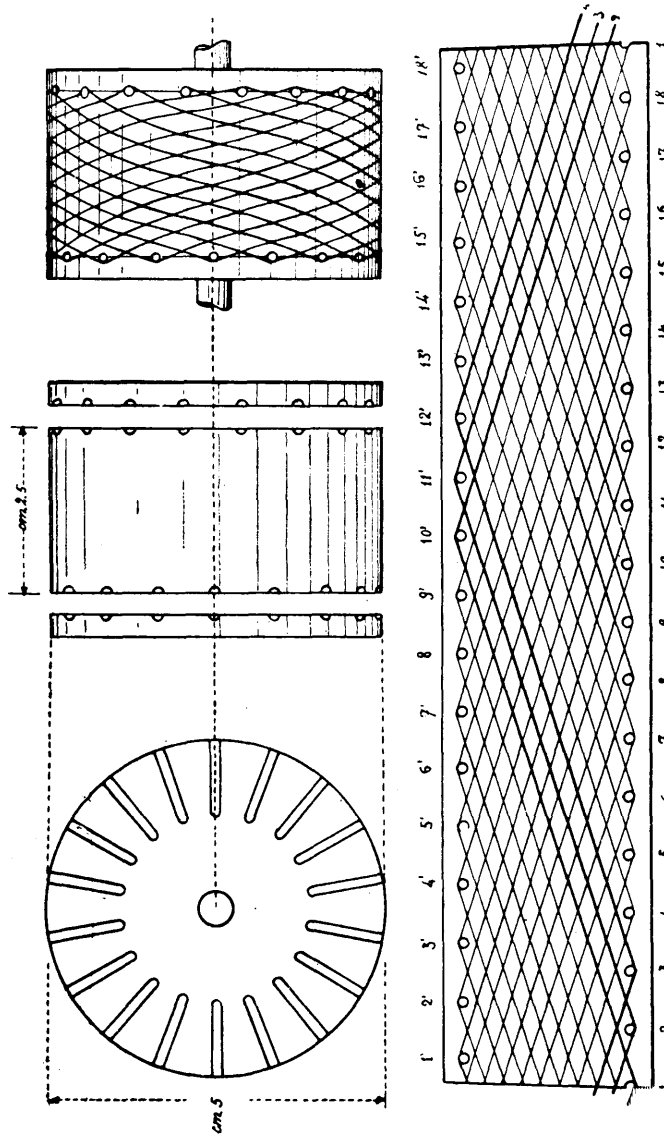

cm.2.5
cm.5
1' 2' 3' 4' 5' 6' 7' 8 9' 10' 11' 12' 13' 14' 15' 16' 17' 18'
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

Fig. 72

foro di una corona corrisponderà alla mezzeria dello spazio compreso tra i due fori corrispondenti sull'altra corona.

Nei fori si innesteranno, *a forzare*, altrettante spine di acciaio, ricavate, ad esempio, da ferri da calza. La loro lunghezza sarà tale da permettere di eseguire tutto l'avvolgimento senza che il filo sfugga.

La fig. 72 mostra anche l'andamento del bobinaggio.

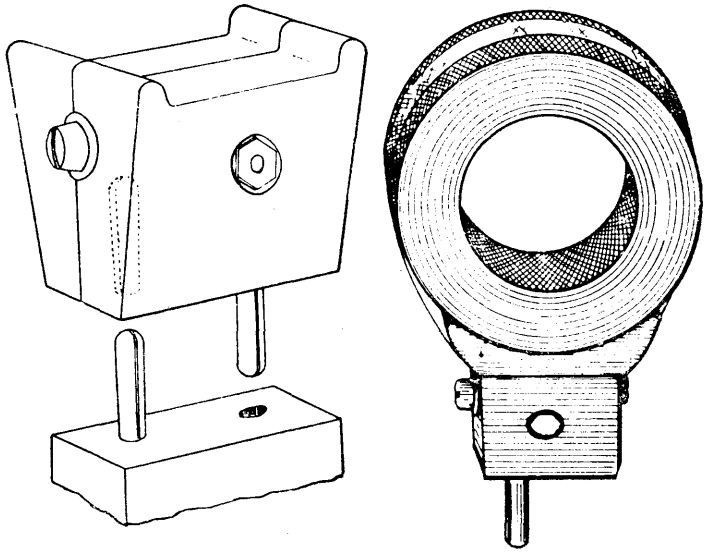


Fig. 73

Numerate le spine come è indicato in figura, si passa il filo, dopo averlo assicurato sulla spina 1, tra la 9′ e la 10′, ritornando alla 2, e così via.

In questo tipo di bobinaggio le spire del secondo strato si sovrappongono regolarmente a quelle del primo e così via, mentre, passando il filo su due spine alla volta, in luogo di una, alle spire del primo strato si sovrappongono quelle del terzo, a quelle del secondo quelle del quarto, e così di seguito. Una bo-

bina siffatta si chiama *a nido d'ape* « *duolateral* ». La sua capacità ripartita, evidentemente, sarà minore di quella della precedente.

Per facilitare l'estrazione della bobina ultimata sarà bene rendere la superficie del mandrino un poco conica in luogo di cilindrica.

Inoltre, sarà utile, a spine innestate e prima di iniziare il bobinaggio, di avvolgere, tra le due corone, una striscia di « presspan » dello spessore di mm. 0,5 e verniciata a lacca. Prima che la lacca si asciughi si inizierà il bobinaggio. In tal modo le spire del primo strato si fisseranno all'anello di « presspan », che rimarrà solidale con la bobina, dopo la sua estrazione, impedendo, così, alle spire del primo strato di svolgersi.

Prima di estrarre la bobina dal mandrino sarà utile, infine, verniciare la superficie esterna della bobina con un sottile strato di lacca molto fluida.

La formula seguente permetterà di verificare la self della bobina ultimata:

$$L \text{ (microhenrys)} = \frac{0{,}315 \cdot R^2 \cdot N^2}{6r + 9e + 10h} \; * \qquad (15)$$

dove: R = raggio medio; N = numero totale delle spire; e = spessore del bobinaggio; h = distanza tra le due corone di spine ed r = raggio mandrino.

La fig. 73 mostra una bobina ultimata, fissata ad un portaspine per mezzo di un anello di celluloide, ed il particolare del porta-spine in ebanite.

---

* Dalla rivista « Radio Eléctricité ». 12 Place Laborde, Paris, ottobre 1923.

TABELLA VII.

BOBINE A NIDO D'APE SEMPLICI						
Filo	Isolamento	Spire	L in microhenrys	λ min. con capacità 0,00005	Per capacità	λ max.
8/10	d.s.c.	28	40	50	0,00025	190
»	»	72	180	130	»	400
6/10	»	136	900	300	»	900
					0,0005	1240
5/10	»	221	3700	500	»	2500
					0,00075	3000
3/10	d.s.s.	510	15000	1632	0,0005	5162
					0,001	7300
2/10	»	935	100000	4214,9	0,0005	13329
					0,001	18850
					0,002	26657

81. **Condensatori variabili ad aria.** — Questi condensatori, specialmente impiegati negli apparati ricevitori, permettono variazioni continue di capacità, da un minimo, che generalmente è di 0,00005 mfd. (detta capacità residua del condensatore), ad un massimo rappresentato dalla posizione di totale accoppiamento delle armature mobili con quelle fisse.

Essi sono costituiti da un certo numero di placche fisse, connesse in parallelo, e separate da dielettrico d'aria, entro le quali possono essere introdotte, per rotazione, altrettante placche mobili, anch'esse riunite in parallelo. Il maggiore o minore grado di compenetrazione tra le armature mobili e le armature fisse, permette di variare gradualmente la capacità.

Perchè le dimensioni di questi condensatori non siano troppo ingombranti, occorre che lo spessore d'aria tra le

placche mobili e quelle fisse non superi i mm. 0,5. È naturale che tra le armature mobili e quelle fisse non deve esservi *nessun contatto elettrico*. Per queste ragioni, la costruzione dei condensatori variabili ad aria è molto delicata e quindi non consigliabile ai dilettanti, i quali potranno trovare in commercio ottimi condensatori a prezzi relativamente non elevati.

I condensatori variabili ad aria si distinguono, in Europa, col valore della loro massima capacità, poichè i varî costruttori non producono tipi uniformi. In America, al contrario, i costruttori adottano un unico spessore di dielettrico ed una unica dimensione per le placche mobili; quindi, in America, i condensatori si distinguono con il numero delle placche.

I tipi generalmente adottati sono i seguenti:

Europa		*America*			
Cap.	0,00025 mfd.	N. Placche	11	Cap.	0,00025 mfd.
	0,0005 »	»	21	»	0,00050 »
	0,00075 »	»	41	»	0,001 »
	0,001 »				
	0,002 »				
	0,0025 »				

La fig. 74 rappresenta un tipo di condensatore variabile ad aria da 0,0005 m. f. d., costruito dalla Società F. A. R. ed il relativo bottone di maneggio munito di un quadrante graduato da 0 a 100, e che permette di riconoscere il grado di accoppiamento delle armature e, se il condensatore è tarato, anche le variazioni di capacità in funzione della rotazione del quadrante, mediante speciali curve che possono accompagnare il condensatore, dietro richiesta.

Il calcolo di questi condensatori si eseguisce, come per gli altri, applicando la formula [4], parag. 13.

La superficie S rappresenta la superficie in cmq. delle armature effettivamente affacciate, cioè la superficie del dielettrico, mentre e rappresenta lo spessore in cm. del dielettrico.

La fig. 75 rappresenta la forma delle placche mobili e fisse di un condensatore ad aria.

82. **Condensatori a verniero.** — Questi condensatori, rappresentati nella fig. 76, sono muniti di un sistema qualsiasi

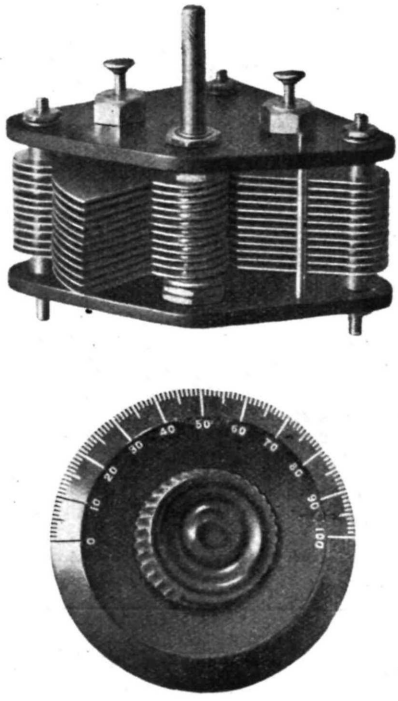


Fig. 74

atto a permettere minime variazioni di capacità, senza, per questo, dover ricorrere a troppo piccole rotazioni del bottone di maneggio. Il sistema rappresentato in figura, adottato dalla Soc. F. A. R. realizza questa condizione mediante un condensatore variabile ad aria, costituito da due placche fisse ed una mobile, posto nella parte inferiore del condensatore principale, e connesso in parallelo con quello. La placca

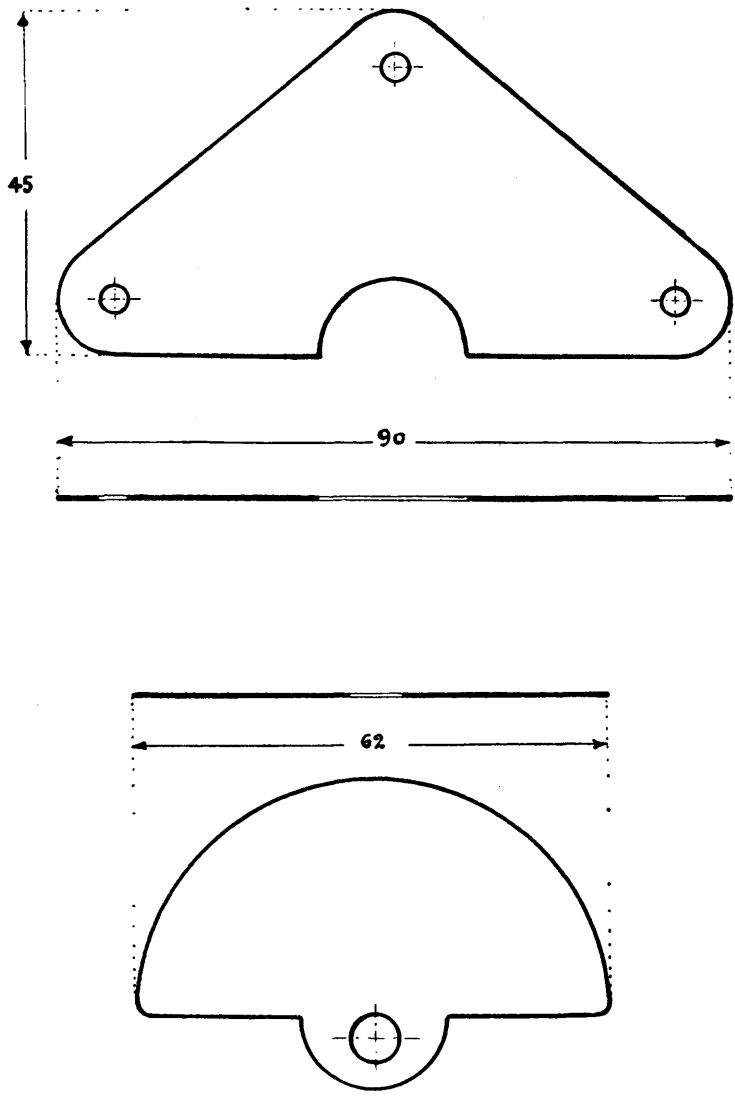


Fig. 75

mobile è comandata da un asse interno all'asse principale e facente capo ad un bottone sito nella parte centrale del bottone principale. La manovra del bottone piccolo permette di perfezionare il regolaggio ottenuto con la manovra del bottone grande.

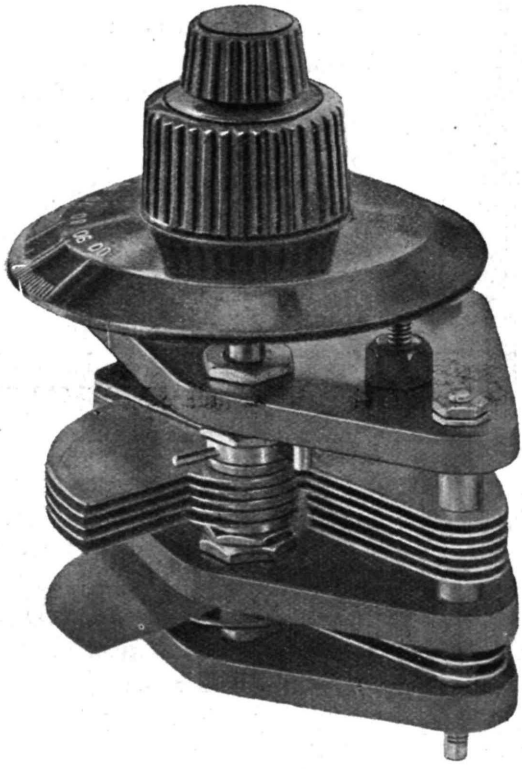


Fig. 76

Esistono altri sistemi atti a realizzare lo stesso scopo, quello cioè, di ottenere perfezionamenti agevoli di accordo. Essi possono consistere, sia in ingranaggi demoltiplicatori, congegni demoltiplicatori a frizione, ecc. (vedi fig. 77).

Il costruttore che già possiede un condensatore variabile

ad aria, non munito di verniero, se non vorrà adottare il sistema di fig. 76, potrà connettere in parallelo con questo un piccolo condensatore costruito con due placche fisse e una mobile, e posto presso il condensatore principale.

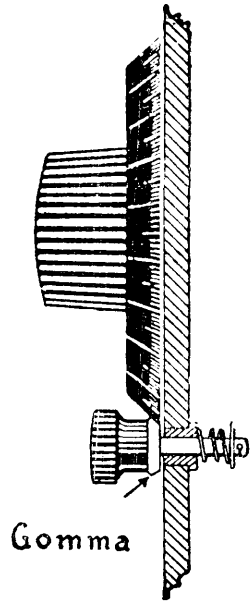


Fig. 77

Per la ricezione di lunghezze di onda corte è assolutamente necessario l'impiego di un dispositivo a verniero per rendere possibili le operazioni di accordo.

83. **Condensatori fissi.** — Questi condensatori sono generalmente costituiti da armature di stagnola, separate da sottili fogli di mica dello spessore di $^1/_{10}$ a $^2/_{10}$ di mm. Il loro calcolo, come quello dei condensatori variabili, si eseguisce applicando la formula 4 del parag. 13:

$$C \text{ (microfarads)} = \frac{S \,.\, K}{4 \,.\, \pi \,.\, e \,.\, 9{,}10^5}$$

Supponiamo, ad esempio, di dover calcolare un condensatore fisso da $C = 0{,}0001$ mfd. La tabella VIII ci dà, per la mica, un potere induttore specifico $K = 6$, come valore medio. Risolvendo rispetto alla superficie S e supponendo $e =$ cm. 0,02 si ha:

$$S = \frac{4 \times 3{,}1416 \times 0{,}02 \times 900\,000 \times 0{,}0001}{6} = \text{cm.}^2\, 3{,}75$$

La superficie che dovranno avere le due armature è dunque di cmq. 3,75.

Nello stesso modo si calcola qualsiasi capacità, tenendo presente che se S risulta troppo grande per impiegare due sole armature, occorrerà ripartirla su più di due. A tale scopo si applica la seguente relazione:

$$S = s\,(n - 1) \qquad (16)$$

dove S è l'area totale data dalla formula 4; s = area delle singole armature; n = numero totale delle armature.

Supponiamo, ad esempio, che il calcolo di una determinata capacità ci abbia dato un valore di $S = 4$ cmq. Non volendo adottare due armature di cmq. 4 ciascuna, si stabilirà, per esempio, $n = 4$ e si avrà:

$$4 = s\ (4 - 1) \text{ da cui}$$

$$s = \frac{4}{3} = \text{circa cm.}^2\ 1{,}33$$

Il condensatore sarà così costituito da 4 armature, ciascuna di superficie affacciata all'altra = cmq. 1,33.

In tal modo, sostituendo ad S della formula 4, l'espressione della 16 si ha:

$$C = \frac{K \,.\, s\,(n\text{-}1)}{4 \,.\, \pi \,.\, e \,.\, 9.10^5} \qquad (17)$$

Da questa formula, si potrà, allora, ottenere direttamente il valore di n, dando un valore ad s.

Alle armature di stagnola si darà una dimensione un poco maggiore di quella calcolata, per poterle coprire con una lastrina di ottone, sulla quale andrà fissato il serrafilo. La mica avrà, invece, la stessa superfice determinata per le armature affacciate. In ogni modo le superficie affacciate non dovranno mai superare le dimensioni stabilite.

La fig. 78 riproduce un tipo di condensatore fisso a stagnola e mica, bloccato tra due lastrine di ebanite o di bakelite. Il costo dei condensatori fissi è, in commercio, talmente modico, che sarà sempre preferibile acquistarli già fatti.

I condensatori fissi si impiegano, generalmente, nei ricevitori, sia per essere shuntati da resistenze, allo scopo di lasciar passare le alte frequenze (resistenze di griglia nei triodi rivelatori, primarî di trasformatori *B.F*, bobine di reazione, batterie *B*, telefoni), sia come collegamenti elettrostatici tra i vari stadî a radio frequenza (montaggi a resistenze od a selfs).

I condensatori fissi assumono speciale importanza quando sono impiegati per il montaggio di una valvola rivelatrice.

Per shuntare i telefoni, i primarî dei trasformatori *B.F*, le bobine di retroazione, le batterie *B*, si impiegano generalmente capacità di 0,001÷0,002 mfd.

Seguono alcuni valori di condensatori fissi da impiegarsi shuntati da una resistenza da 3 Ω nei triodi rivelatori

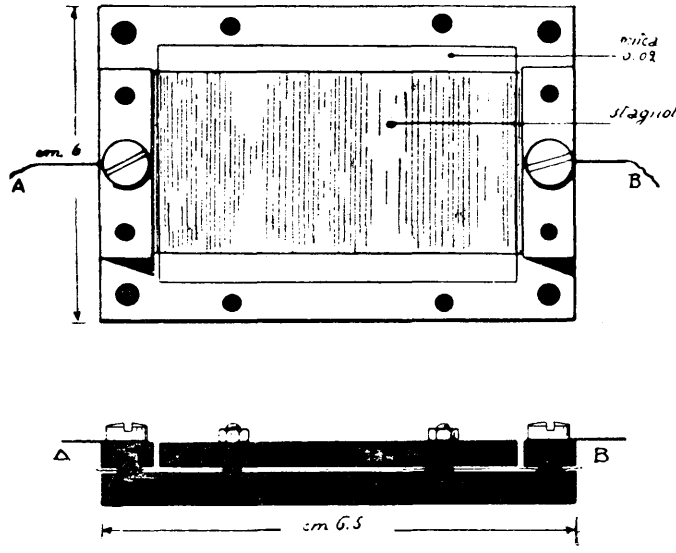


Fig. 78

e come connessione elettrostatica fra un triode e l'altro, in relazione alle lunghezze d'onda per le quali l'apparato deve essere impiegato:

Per λ = 1000 m.	$C = 0{,}00005 \div 0{,}0001$	mfd.
» » = 4000 »	$C = 0{,}0001$	»
» » = 10000 »	$C = 0{,}00015$	»

84. **Condensatori « compound ».** — Essi risultano dall'accoppiamento in parallelo di un condensatore variabile

con uno o più condensatori fissi. Questo sistema è assai conveniente per la realizzazione di circuiti oscillanti che debbono funzionare per estese gamme di lunghezza d'onda.

Supponiamo, ad esempio, che un circuito oscillante a bobine intercambiabili, debba funzionare per una gamma compresa tra i 300 ed i 5000 metri. Occorrerà, per questo, una capacità minima di 0,00005 mfd., che, generalmente, equivale alla capacità residua di un condensatore variabile, quando si trova in posizione O, ed una massima di 0,001 mfd.

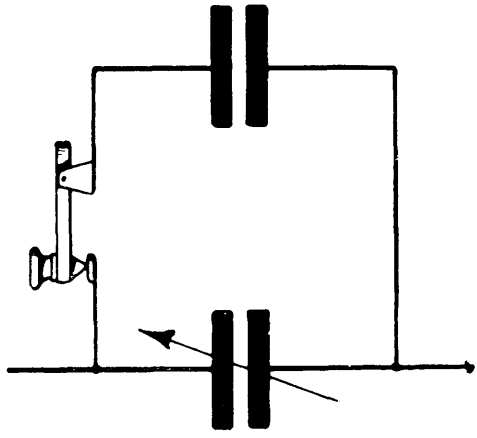


Fig. 79

Non volendo impiegare un'unica capacità variabile da 0,001, sia per il suo costo più elevato, sia perchè, per lunghezze d'onda al di sotto dei 1000 m., il suo regolaggio è difficile anche con verniero, si potrà impiegare una capacità variabile da 0,0005 ed una capacità fissa da 0,0005 disposte come in fig. 79.

L'interruttore permetterà di includere o di escludere la capacità fissa e la variazione sarà comunque graduale, poichè, giunti al totale impiego di quella variabile, si includerà la capacità fissa riportando a zero quella variabile. A questo punto, la manovra del bottone della capacità variabile per-

metterà di proseguire, senza nessun salto di capacità, nell'aumento progressivo fino a $C = 0{,}001$ mfd.

Con questo sistema si possono ottenere tutte le combinazioni che si prestano allo scopo che si vuol raggiungere, tenendo presente che due capacità in parallelo dànno una capacità risultante eguale alla loro somma e che due capacità in serie dànno una capacità risultante eguale all'inverso della somma degli inversi.

TABELLA VIII.

POTERE INDUTTORE SPECIFICO DI ALCUNE SOSTANZE	
Aria	K = 1
Ebanite	K = 2,0 ÷ 2,8
Fibra dura rossa	K = 1,44
» » nera	K = 2,66
Mica	K = 5 ÷ 7,8
Petrolio	K = 2,2 ÷ 2,4

85. **Sintonizzatore.** — Il sintonizzatore, come abbiamo già detto, non è altro che un circuito oscillante, od un complesso di circuiti oscillanti che, col loro accordo, permettono di eliminare quelle stazioni che differiscono, come lunghezza d'onda, dalla stazione che si desidera ascoltare, mettendo in evidenza i segnali da ricevere, per fenomeno di risonanza.

La fig. 80 rappresenta varî tipi di sintonizzatori. Gli schemi *b*, *c*, *d* si riferiscono a tre soluzioni per il montaggio così detto *in derivazione* e, più precisamente, lo schema *b* rappresenta un circuito antenna-terra le cui variazioni di accordo si ottengono modificando il valore della self di antenna, per mezzo del contattore *M* che include un numero variabile di spire. Perchè le variazioni di self siano abbastanza graduali, occorre che le prese sulla bobina *S* siano frequenti. Il circuito, così ottenuto, è oscillante poichè è provvisto anche

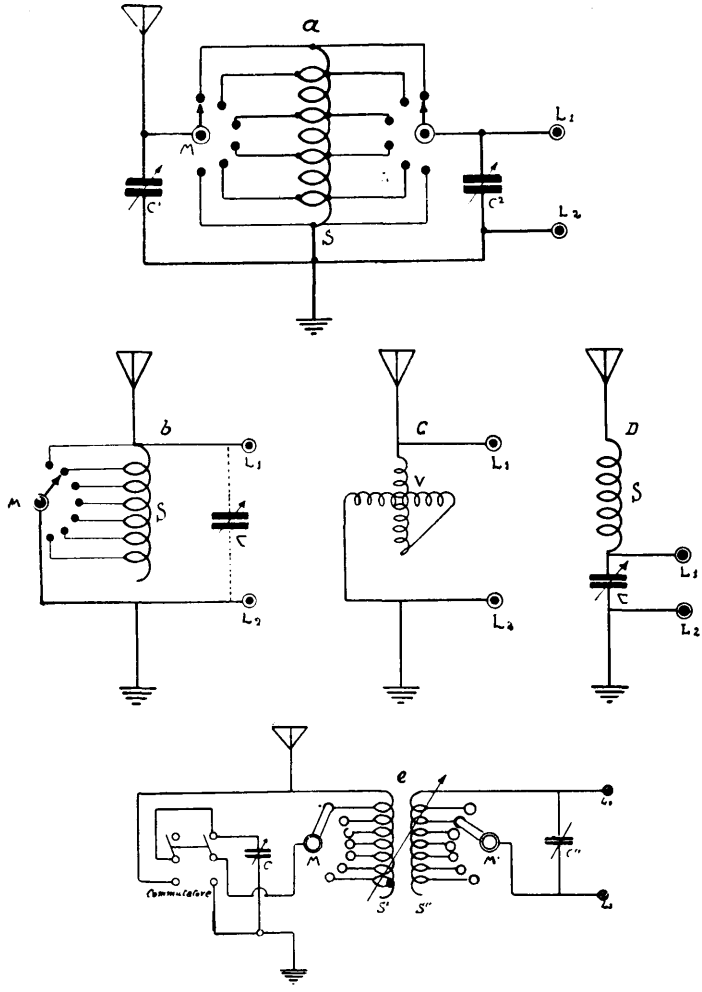


Fig. 80

di capacità: quella, cioè, antenna-terra. Se questo circuito dovesse essere impiegato per lunghezze d'onda superiori a quella massima per cui si può ottenere l'accordo includendo tutte le spire di *S*, sarà necessario aggiungere, in derivazione, una capacità variabile *C*. Al contattore *M* ed alla bobina fissa si può vantaggiosamente sostituire una presa per bobine intercambiabili.

Il circuito *c* è molto impiegato dagli Americani in quegli apparecchi che abbracciano una gamma di lunghezza d'onda al di sotto dei 700 metri. In generale non è provvisto di altra capacità, all'infuori di quella antenna-terra. La variazione di lunghezza d'onda si ottiene per mezzo del variometro *V* che permette una gradualissima variazione della self entro i limiti suaccennati. In derivazione sul variometro, od in serie sull'antenna, si può porre una capacità variabile, come pure, in serie con il variometro, si può aggiungere una self variabile per mezzo di contattore (vedi varioblocs F. A. R. fig. 87).

Il circuito *d*, avente una capacità in serie, permette l'accordo dell'antenna in semionda ed è utile in tutti quei casi nei quali, pur non volendo ridurre troppo le dimensioni dell'antenna, si desidera ricevere una lunghezza d'onda inferiore al quadruplo della lunghezza dell'antenna. Naturalmente la self *S* può esser munita di contattore ricadendo nello schema *b*,

Il circuito *a* rappresenta un montaggio in « Oudin ».

Il circuito *e* rappresenta un sintonizzatore con montaggio in « Tesla ». Le due bobine *S' S''* sono munite di relativi bottoni di contatto che permettono di variarne la self; anche qui, si può sostituire alle bobine fisse con contattori, un supporto per bobine intercambiabili; nell'uno e nell'altro caso l'accoppiamento tra le due bobine è variabile.

La fig. 81 mostra, infine, il montaggio di un sintonizzatore a quadro. Esso rappresenta, di per se stesso, il secondario di un « tesla » il cui primario è rappresentato dall'antenna trasmettente.

Come si vede, si possono porre: in serie con il quadro, un variometro, oppure, in derivazione, una capacità variabile.

Infine si potrebbe inserire nel quadro lo statore di un « variocoupler », nel qual caso il rotore fungerebbe da retroazione. Quest'ultima soluzione può adottarsi senza tema di distur-

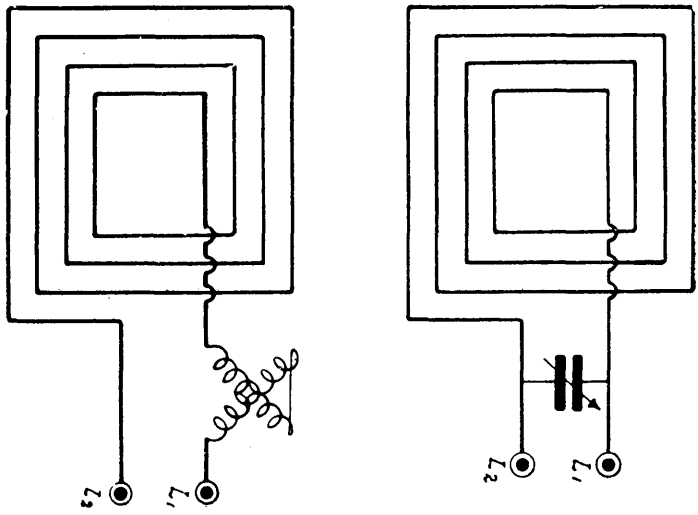


Fig. 81

bare troppo i vicini poichè l'emissione dovuta al quadro è assai debole.

86. **Accoppiatori o « Variocouplers ».** — Nei montaggi, nei quali è necessario variare l'accoppiamento tra due o più bobine, occorre distinguere se si tratti di circuiti a bobine fisse o di circuiti a bobine intercambiabili.

Nel primo caso si impiega un tipo di accoppiatore che gli Americani chiamano « variocoupler ». Esso è costituito da una bobina fissa, detta *statore*, e da una bobina mobile, capace di rotare entro la prima, detta *rotore*. Perchè l'accoppiamento tra le due bobine sia regolare, i costruttori usano avvolgere il conduttore del rotore su una carcassa sferica in legno tornito o meglio in ebanite. La fig. 82 mostra un tipo di « variocoupler », molto in uso in America, che permette una varia-

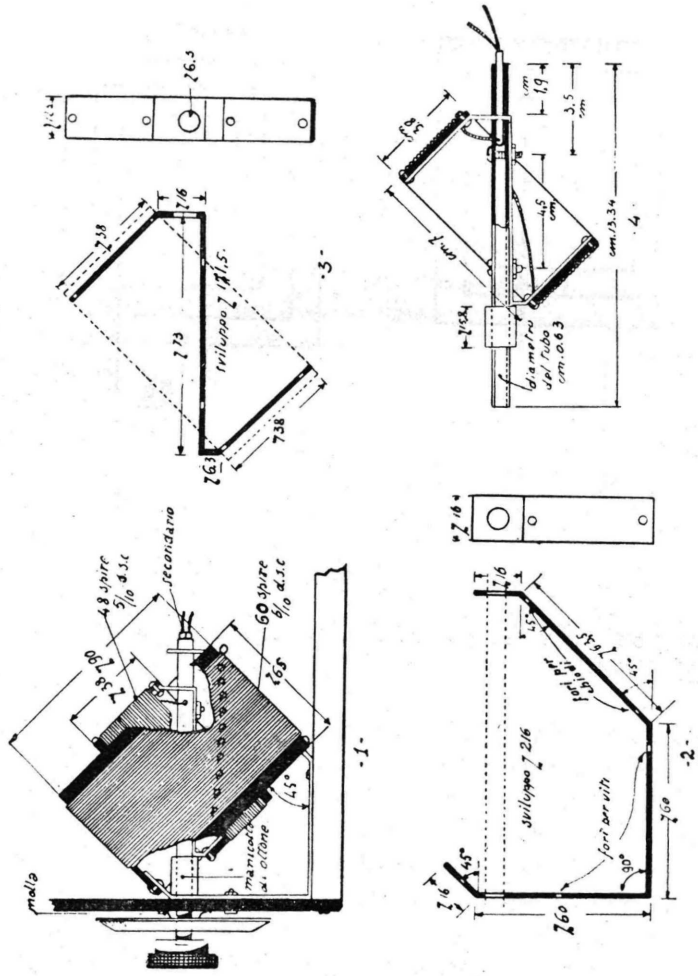

secondario
48 spire 5/10 d.s.c
60 spire 6/10 d.s.c
manicotto di ottone
molla
sviluppo
diametro del tubo cm. 0.63
cm. 13.34
fori per vite
-1-
-2-
-3-
-4-

Fig. 82

zione regolare di accoppiamento, senza ricorrere, per questo, all'avvolgimento del rotore su una superficie sferica (1).

Lo statore del « variocoupler », ha un avvolgimento di 60 spire di filo da 0,60 d. s. c. su un diametro di cm. 9. Il valore della self è di circa 330 microhenrys, per cui, con una $C = 0{,}00025$ si ha $\lambda =$ m. 520, mentre con $C = 0{,}0005$ si ha $\lambda =$ m. 760.

Il rotore, costituito da 48 spire di filo da 0,50 s.s.c. avvolte su diametro di cm. 7, ha una self di 218 microhenrys circa; permette, quindi, di raggiungere, con una capacità di 0,0005 mfd. una lunghezza d'onda di m. 650.

Lo statore è provvisto, inoltre, di 10 prese per contattore, regolarmente ripartite su una linea elicoidale.

Il « variocoupler » descritto si può dunque impiegare:

1° Come sintonizzatore per montaggio in derivazione (fig. 80 *b*). In tal caso lo statore rappresenta la self *S*. Impiegato senza capacità variabile permette un accordo, mediante il contattore, per una gamma al di sotto dei 500 m., altrimenti, impiegato con una capacità da 0,0005 in derivazione, permette un accordo per una gamma al di sotto dei m. 760. Il rotore, in questo caso, funge da bobina di retroazione inserita tra la placca del triode rivelatore ed il telefono, od il primario del primo trasformatore *B . F*. Quando il rotore funge da retroazione è bene shuntarlo con una capacità fissa da 0,001 ÷ 0,002 mfd. che abbraccerà anche il telefono od il primario del primo trasformatore *B . F*. Un interruttore permetterà di escludere, volendo, questa capacità. Questo tipo di retroazione va scartato, nel caso di impiego di antenna, perchè troppo disturbatore.

2° Come radiotrasformatore di Tesla (montaggio in sintonia). In tal caso, per una gamma al di sotto dei m. 500, basterà una sola capacità variabile posta in derivazione sul rotore. Volendo perfezionare l'insieme, si potrà eseguire il

---

(1) Dal numero del 31 marzo 1923 della « Radio World », 1493 Broadway. New York.

montaggio della fig. 80 *e* che permette di connettere la capacità del primario, in serie o in derivazione, con l'antenna.

3° Volendo, si potrà inserire tra antenna e « variocoupler », un variometro, il quale permetterà di compensare i salti dovuti al passaggio tra un bottone e l'altro del contattore, specialmente quando non si impieghi una capacità variabile, sia in serie che in derivazione, sullo statore del « variocoupler ».

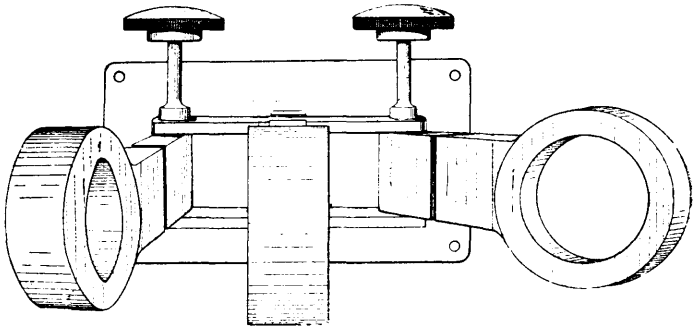


Fig. 83

Nei montaggi a bobine intercambiabili si può ricorrere al dispositivo della fig. 83 che si presta sia per bobine a nido d'ape, che per bobine a fondo di paniere od a tela di ragno. A tale proposito occorre notare che i supporti porta bobine debbono avere uno spessore tale da permettere il massimo accoppiamento tra le bobine che debbono poter essere portate a contatto. Il supporto ed i bottoni di maneggio saranno di ebanite. La figura mostra un dispositivo per tre bobine (primario, secondario e reazione). In questo caso, la bobina centrale è fissa e generalmente è costituita dal secondario.

Volendosi adottare un montaggio in derivazione, non v'è altro che sopprimere una delle bobine mobili. In tal caso quella fissa si dispone in serie sul circuito antenna-terra e quella mobile funge da reazione. Questo sistema di reazione va scartato, se si impiega l'antenna per le stesse ragioni anzidette.

87. **Variometro.** — Il variometro è una bobina di self induttanza realizzata in maniera tale che L può variare gradualmente entro limiti determinati dalla costruzione stessa.

Ricordando che la condizione di oscillazione di un circuito è data dalla relazione:

$$R^2 < \frac{4L}{C}$$

risulta più conveniente, in un sintonizzatore (specie per piccole λ), di agire sul valore della self in luogo che aumentare la capacità.

Per lunghezze d'onda inferiori ai m. 500 basta, come capacità, quella propria del circuito antenna-terra, ed è questa la ragione per la quale, in quei paesi nei quali il «Broadcasting» impiega piccole lunghezze d'onda (Italia, Stati Uniti,

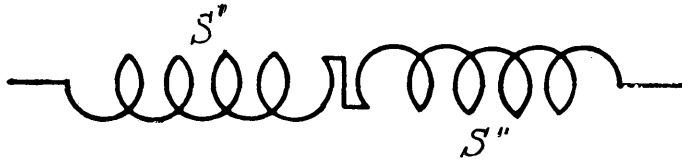


Fig. 84

Inghilterra), i sintonizzatori sono spesso muniti di apparati che agiscono esclusivamente sulla self.

Il variometro è, appunto, un apparato che permette di realizzare l'accordo variando gradualmente la self, il che non avviene impiegando un sistema a bottoni di contatto (contattore).

Il principio è il seguente:

Supponiamo di collegare in serie due selfs S' ed S'' (fig. 84) aventi gli avvolgimenti in senso opposto e realizzate in modo da poter essere introdotte l'una entro l'altra.

Esaminiamo ciò che avviene quando si faccia ruotare l'una rispetto all'altra.

Supponiamo, in un primo tempo, che esse si trovino ad avere gli assi dei cilindri, su cui sono avvolte, coincidenti, e gli avvolgimenti in senso opposto. Questa posizione di partenza la chiameremo con 0°. I due flussi reagiscono l'uno

sull'altro nel senso da sottrarsi; per cui la self totale avrà un valore minimo, ed inferiore a quello che dovrebbe aversi se, a parità di spire, le due selfs non si trovassero in opposizione. Questo valore che, in teoria, cioè se le due self avessero lo stesso valore e se l'accoppiamento fosse assoluto, dovrebbe esser 0, sarà diverso da 0, e dipenderà dal grado di accoppiamento massimo e dal valore relativo delle selfs.

Quando, facendo ruotare il bottone di maneggio, l'asse della self mobile sarà perpendicolare a quello della self fissa

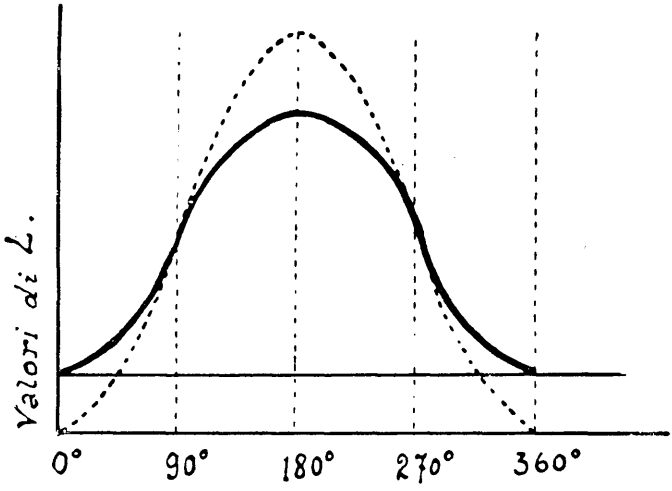


Fig. 85

(rotazione di 90°) i due flussi non tenderanno a sottrarsi, ma nemmeno si sommeranno, ed il valore totale della self sarà eguale alla somma delle selfs delle bobine componenti. Questa posizione fa assumere al variometro un valore medio di *L*. Quando il bottone avrà ruotato di 180°, cioè quando i due assi torneranno ad essere coincidenti, gli avvolgimenti si troveranno nello stesso senso ed i due flussi reagiranno l'uno sull'altro sommandosi. Il valore totale della self raggiunge, così, il suo valore massimo.

Dopo una rotazione di 270° i due assi torneranno a tro-

varsi normali tra loro ed L ritornerà nuovamente al valore medio, per raggiungere il valore minimo dopo una rotazione di 360° che riconduce le bobine allo stato da cui siamo partiti.

Questo viene a dire che, in un variometro, è sufficente una rotazione del rotore, di 180°, per passare, gradualmente, attraverso tutti i valori compresi tra quello minimo e quello massimo dovuti alle caratteristiche del variometro.

La fig. 85 mostra l'andamento del fenomeno: la curva

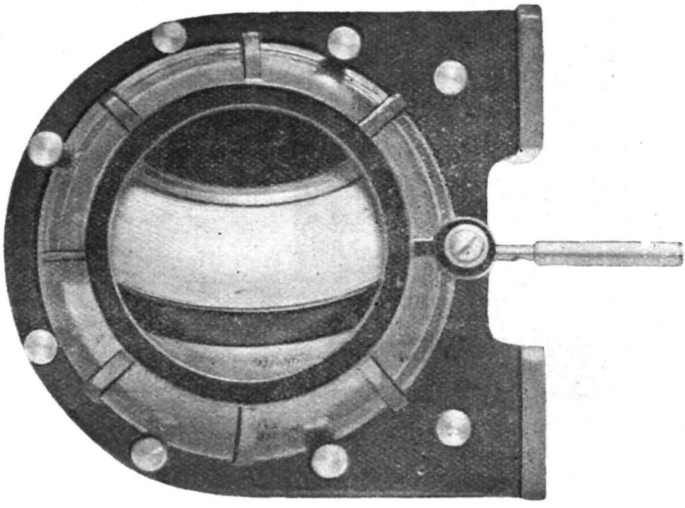


Fig. 86

tratteggiata rappresenta i valori del coefficiente di self induzione del variometro in un caso ideale.

Nei variometri migliori, le due bobine sono realizzate mediante l'avvolgimento del conduttore su superfici sferiche. In particolare, la bobina dello statore deve essere applicata nella superfice interna. In tal modo l'accoppiamento avviene regolarmente e può raggiungere il massimo valore, permettendo di abbracciare un'ampia gamma di valori di L.

La fig. 86 mostra un variometro F. A. R. semplice, e la fig. 87 un Variobloc F. A. R., cioè un variometro munito

di self addizionale. Esso permette, munito di una capacità variabile da 0,0005 m.f.d., di esplorare una gamma compresa tra i 150 ed i 3000 m. circa. L'ultimo modello F. A. R. in luogo di una self cilindrica è provvisto di una speciale self mista, cilindrico-cellulare, molto meno ingombrante.

Il « variocoupler » descritto, può, riducendo un poco il numero delle spire dello statore e mettendo in serie le due bobine, essere utilmente impiegato come variometro.

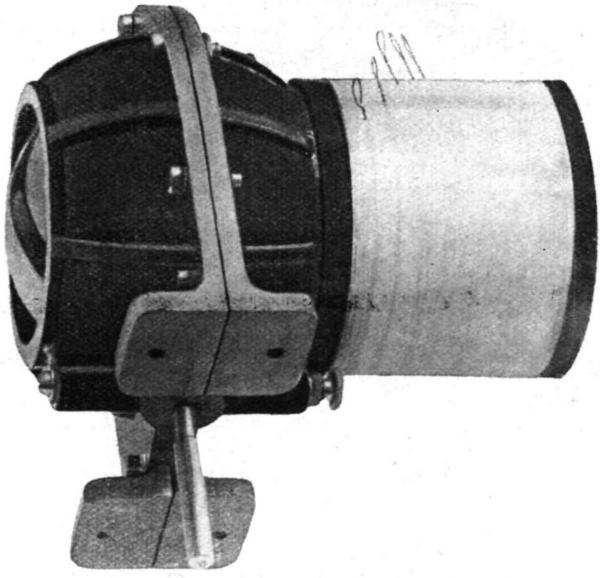


Fig. 87

Dalle considerazioni fatte si deduce che il variometro può essere impiegato nei seguenti casi:

a) Inserito sull'antenna nel montaggio in derivazione (fig. 80 *c*).

b) Inserito sull'antenna insieme ad una self variabile per mezzo di contattore, per compensare i salti di self tra un bottone e l'altro. Quindi anche tra antenna e statore di un « variocoupler » a contattore.

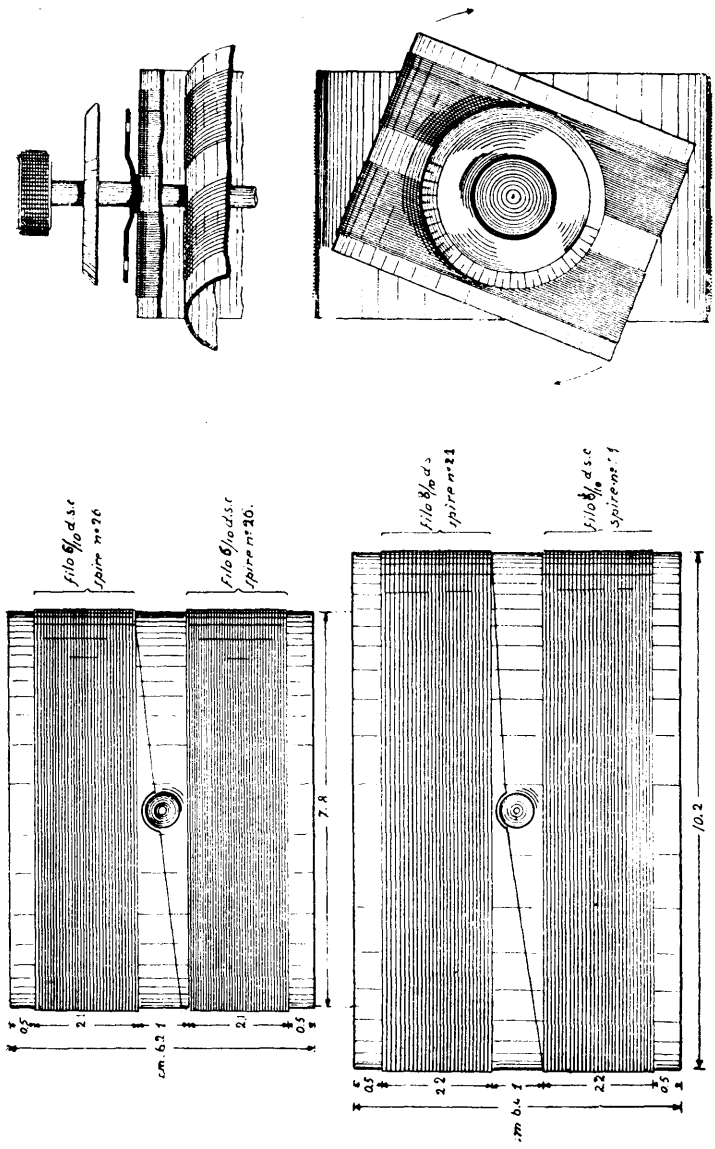

filo 6/10 d.s.c
spire n° 26
filo 6/10 d.s.c
spire n° 20.
7.8
0.5
2.1
2.1
0.5
cm. 6.2 1
filo 8/10 d.s
spire n° 21
filo 8/10 d.s.c
spire n° 1
10.2
0.5
2.2
2.2
0.5
cm 6.4 1

Fig. 88

c) Inserito sul circuito di placca di un triode rivelatore per ottenere l'effetto di retroazione, per lunghezze d'onda al disotto di 700 m. circa.

d) Come self intervalvolare negli amplificatori a radiofrequenza a risonanza.

Gli spostamenti del rotore possono provocare reazioni sui circuiti vicini, per ciò è bene che essi siano disposti normalmente alle altre self. Questo schermo non è sempre consigliabile perchè può dar luogo ad assorbimenti.

La fig. 88 fornisce i dati per la costruzione di un variometro che permette di ottenere una variazione compresa, presso a poco, tra i 50 ed i 900 microhenrys. Questi valori saranno più facilmente raggiunti se il rotore sarà avvolto su superficie sferica. I variometri F. A. R. permettono da soli l'esplorazione di una gamma compresa tra i 150 ed i 450 m. circa, mentre con una capacità da 0,00025, giungono sino a 1125 m.

Nel variometro di fig. 88 i supporti delle due bobine saranno di cartone laccato, o, meglio, bakelizzato, dello spessore di mm. $2 \div 3$.

L'asse di rotazione sarà costituito da un tubo di ottone o da un tubo di ebanite, di diametro = 1 cm. Questo asse porta fissato, ad uno degli estremi, un bottone di maneggio munito di quadrante graduato da 0° a 180°.

È chiaro che, isolando elettricamente i due circuiti, questo variometro può funzionare da « variocoupler ».

Le due bobine saranno avvolte in senso opposto e connesse in serie con filo morbido ed abbastanza lungo per permettere la rotazione del rotore. In corrispondenza dei fori, attraverso lo statore, si inchioderanno due piastrine di rame o di ottone, recanti al centro un foro di diametro leggermente superiore a cm. 1. Esse faranno da cuscinetto alla rotazione dell'asse; una di esse, più lunga dell'altra e sagomata come in figura, permetterà di fissare il variometro al pannello di ebanite.

Coloro che desiderano una costruzione precisa potranno

filettare l'asse, se è di ottone, e quindi fissarlo al rotore con dado e contro-dado; altrimenti, sarà sufficiente praticare nel rotore due fori tali che l'asse di rotazione vi passi con forte attrito.

Sia il bottone di maneggio munito di quadrante, sia il rotore, debbono essere disposti in modo che, quando il quadrante si trova sulla posizione 0°, l'asse geometrico del rotore si trovi a coincidere con quello dello statore, mentre gli avvolgimenti si trovano in senso inverso.

88. **Trasformatori per bassa frequenza.** — Essi si dividono in due categorie: trasformatori *intervalvolari* e trasformatori di *entrata*. I primi connettono le griglie e le placche delle valvole amplificatrici a *B.F.* I secondi trasmettono le variazioni di tensione della corrente, raddrizzata sia da un rivelatore a cristallo, sia da un triode rivelatore, alla griglia della prima valvola a *B . F.*

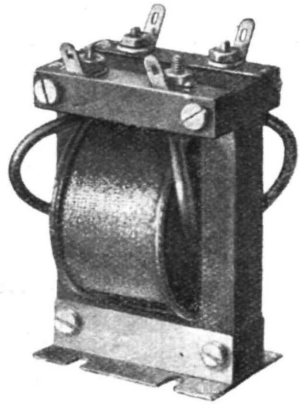


Fig. 89

La loro costruzione, delicatissima, a causa delle piccolissime dimensioni del filo che occorre impiegare, non è consigliabile. A titolo istruttivo, basti sapere che il nucleo è lamellare e di ferro al silicio. L'avvolgimento primario dei trasformatori rapp. 1 : 5 è generalmente di 3000 spire, e quello secondario di 15.000; mentre nei trasformatori rapp. 1 : 3 l'avvolgimento primario comporta 3000 spire, e quello secondario 9000.

Il rapporto di trasformazione dei trasformatori intervalvolari è di 1 : 3, mentre quello dei trasformatori di entrata è di 1 : 5.

In commercio se ne trovano di svariatissimi tipi, ma è bene diffidare di quelli a prezzi troppo bassi.

La fig. 89 ne mostra un tipo costruito dalla Soc. F. A. R.

89. **Circuiti oscillanti intervalvolari.** — Abbiamo già visto, nella parte teorica, che l'amplificazione a radiofrequenza a risonanza è basata sull'impiego di circuiti oscillanti intervalvolari. Gli schemi di principio sono quelli del paragrafo 59. Per la realizzazione di questi amplificatori abbiamo visto che vi sono due metodi di accoppiamento tra circuito di placca e di griglia, allo scopo di sottrarre le griglie all'azione della corrente di regime placca-filamento. Questi due sistemi sono l'elettromagnetico e l'elettrostatico.

Nel sistema elettromagnetico si impiega una self in serie con il circuito di placca, strettamente accoppiata con il circuito oscillante che trovasi sulla griglia. Le variazioni di accordo del circuito oscillante di griglia sono risentite dalla self di placca, dato l'accoppiamento serrato.

Per realizzare circuiti di questo genere occorre che il costruttore decida se vuol esplorare una piccola od una estesa gamma di lunghezze d'onda. Nel primo caso egli dovrà, per mezzo dell'impiego delle tabelle o dell'abaco per la risoluzione rapida della formula di Thomson, giudicare se, pur non superando i limiti stabiliti dalla relazione:

$$R^2 < \frac{4L}{C},$$

impiegando una self fissa, si può abbracciare la gamma voluta. Altrimenti occorre prevedere una serie di circuiti oscillanti intercambiabili che permettano, mediante la loro rapida sostituzione, di esplorare la gamma voluta. Nè più nè meno, insomma, di ciò che occorre fare per i sintonizzatori.

Nei casi, quindi, nei quali interessi l'esplorazione di una piccola gamma di piccole lunghezze d'onda, come, ad esempio, la gamma generalmente adottata dagli Stati per il « Broadcasting », sarà più semplice di ricorrere a bobine inamovibili avvolte su carcassa cilindrica.

In questo caso si può adottare una bobina di diametro = = cm. 10 con avvolgimento di 50 spire di filo da $^6/_{10}$ d.s.c.

Questa bobina permetterà di abbracciare una gamma di

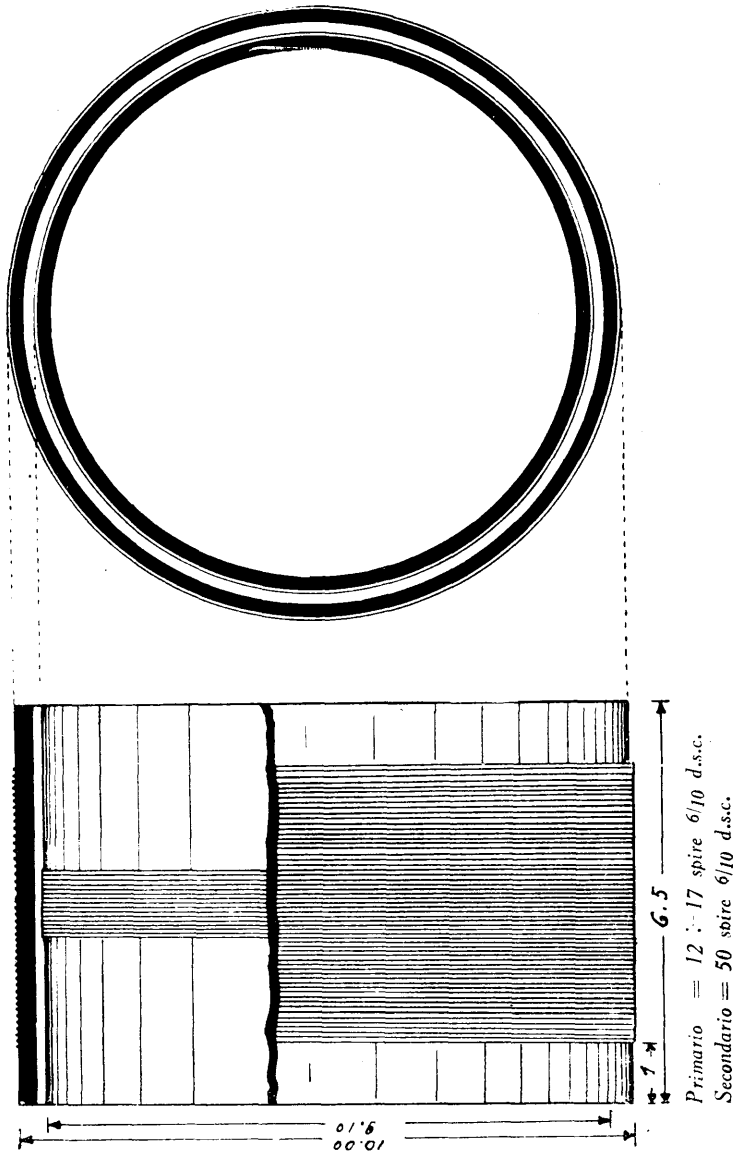

9.10
10.00
1
6.5
Primario = 12 ÷ 17 spire 6/10 d.s.c.
Secondario = 50 spire 6/10 d.s.c.

Fig. 90

lunghezze d'onda compresa tra m. 200 e 500 con capacità da 0,00025 ed una gamma compresa tra 200 e 750 con capacità di 0,0005. Aumentando il numero delle spire si potranno raggiungere lunghezze d'onda superiori.

Se l'accoppiamento tra circuito di placca e di griglia è elettromagnetico, la bobina di placca si otterrà bobinando un numero di spire eguale alla quarta parte o ad un terzo del numero delle spire della bobina del circuito oscillante di griglia alla quale è accoppiata.

La fig. 90 rappresenta uno di questi complessi intervalvolari, comprendenti bobina di placca e di griglia, che generalmente, ma *erroneamente*, si chiamano trasformatori a radiofrequenza.

Le due bobine vanno introdotte l'una nell'altra. Per mantenere l'asse della bobina interna coincidente con quello della bobina esterna si interporranno, tra le carcasse delle due bobine, due anelli isolanti, laccati, e spessi quanto lo spazio vuoto compreso tra le due carcasse centrate. Un piccolo perno di ottone filettato, munito di due dadi, connetterà l'insieme costituito dalle due bobine, dallo spessore e dai sostegni. La bobina di griglia, unitamente alla propria capacità, deve costituire un circuito oscillante adatto ad essere accordato con le segnalazioni da ricevere.

Se poi interessa l'esplorazione di un vasto campo di lunghezze d'onda, è necessario ricorrere, negli apparati a risonanza, all'impiego di bobine intercambiabili.

Si ricorre allora alle bobine a fondo di paniere semplici e doppie, che hanno il vantaggio di essere assai meno ingombranti, specie quando si tratta di grandi valori di self, o, meglio ancora a speciali bobine cilindrico cellulari.

La tabella VI fornisce, appunto, i dati per una serie di bobine che permette di abbracciare tutta la gamma di lunghezze d'onda comprese tra i 115 ed i 10.000 metri. Anche qui, mentre la bobina del circuito oscillante di griglia dovrà avere un valore di self, tale da permettere l'esplorazione di una gamma determinata con capacità opportuna, la bobina

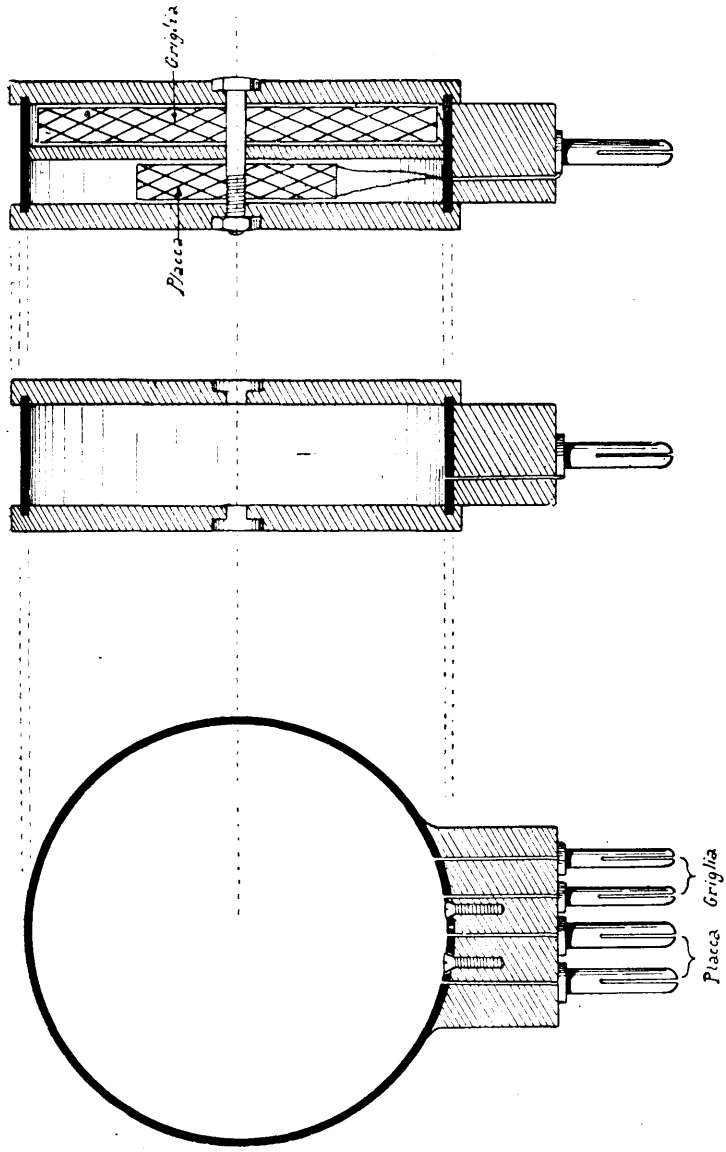


Fig. 91

di placca del triode precedente, a lei strettamente accoppiata, avrà un numero di spire, pari ad $^1/_4$ o ad $^1/_3$.

Sarà bene, per il rapporto migliore, eseguire esperienze pratiche, sino al miglior rendimento.

La realizzazione di questi circuiti intervalvolari amovibili si può ottenere come è rappresentato nella fig. 91.

Si ricavano al tornio due dischi di ebanite di diametro superiore di cm. 0,5 a quello della bobina di griglia. Su una delle facce di ciascuno di essi si pratica, sempre col tornio, un solco circolare, di raggio poco superiore a quello della bobina di griglia. La sua profondità sarà di mm. 1 e la sua larghezza di mm. 1. Si ritaglia quindi, su un foglio di ebanite dello spessore di mm. 1, una striscia rettangolare di dimensioni eguali rispettivamente allo sviluppo del solco suddetto ed allo spessore delle due bobine riunite più cm. 0,5. Per ricavare questo rettangolo con le forbici, senza che l'ebanite si spezzi, occorre immergere il foglio in acqua calda. Ricavata questa striscia rettangolare, la si immerge di nuovo nell'acqua calda e quindi si piega facendole assumere una forma cilindrica. In corrispondenza del raccordo tra le due estremità, si fissa questo cilindro, per mezzo di due viti a testa piana, su un blocchetto di ebanite munito, come in figura, di quattro spine, a due a due di sezione differente, perchè, nell'innesto, non si abbiano ad invertire i circuiti.

Quattro fori, che attraverseranno tanto il cilindro, quanto il blocchetto su detto, permetteranno il passaggio dei capi delle bobine di griglia e di placca che andranno ad innestarsi nelle quattro spine.

Le due bobine si separeranno con un disco di cartone laccato o di presspann o di fibra, dello spessore di mm. 2 ÷ 2,5.

Messe a posto le bobine si innestano i due dischi sul cilindro e quindi, col perno rappresentato in figura, si blocca il tutto, che assumerà un aspetto rigido ed elegante al tempo stesso.

Su una delle facce si potrà incidere un numero conven-

zionale che ricorderà qual'è il campo di lunghezza d'onda che si può esplorare.

Per lunghezze d'onda superiori ai 10.000 m., per le quali non occorre una sintonia rigorosa, si può ricorrere al sistema aperiodico od a risonanza, ottenuta costruendo bobine con filo assai più sottile, di sezione pari od inferiore ad $^1/_{10}$ di mm. I due circuiti, in tal caso, avranno lo stesso numero di spire

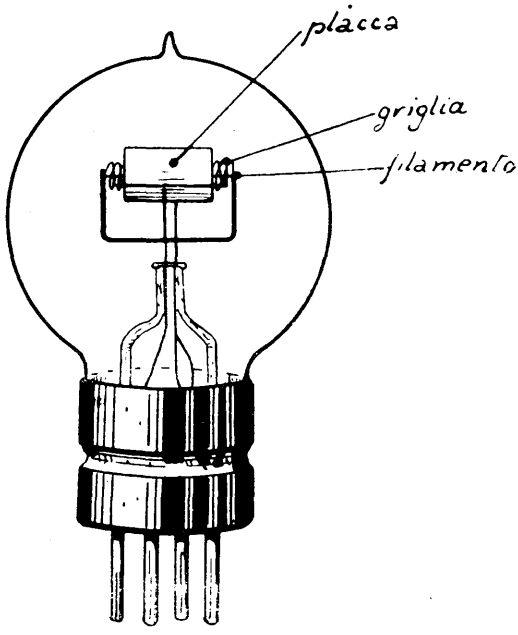


Fig. 92

e potranno essere accoppiati attraverso un nucleo di ferro dolce, costituito da un mazzetto di fili del diametro di 0,5 mm. ciascuno.

Qualora si tratti del montaggio così detto a self, il quale non è altro che il montaggio generale a risonanza, con accoppiamento tra griglia e placca, ottenuto a mezzo di capacità

intervalvolari, le bobine si potranno riparare in astucci come quelli ora descritti, e che risulteranno, naturalmente, meno spessi e con due spine invece di quattro.

Queste bobine dovranno, naturalmente, esser tali da permettere l'accordo sulle onde volute, impiegando opportune capacità.

90. **Triodi.** — Questi strumenti, già largamente illustrati, debbono necessariamente acquistarsi dal commercio, poichè la loro costruzione esorbita nettamente dalle possibilità costruttive del dilettante.

Essi si distinguono in due tipi: quello ricevente e quello trasmettente.

Una buona valvola ricevente, del tipo ordinario francese, cioè del tipo più in uso in Europa, deve avere le seguenti caratteristiche:

Corrente di riscaldamento: 4 *V*/0,7 amp.

Corrente placca-filamento:

per	placca	alimentata	a	40 *V*/1	milliampère
»	»	»	»	80 *V*/3	»
»	»	»	»	160 *V*/5	»

Coefficiente di amplificazione da 9 ÷ 10.

Recentemente sono state messe in commercio valvole riceventi a debole consumo. Esse presentano un aspetto metallico dovuto alla volatilizzazione di parte della griglia per esaurire il più possibile l'aria interna. Il loro consumo è di 0,07 amperes; la tensione di riscaldamento è di circa 3,5 ÷ 3,8 volts. La tensione anodica di circa 60 volts.

Una buona valvola trasmettente, del tipo piccolo, detto da 10 watts, deve avere le seguenti caratteristiche:

Corrente di riscaldamento: 4,5 *V*/0,9 Amp.

Corrente placca-filamento:

per placca alimentata a 350 V/30 milliamp.; potenza assorbita dalla placca: 10 watts

Coefficiente d'amplificazione: 9 ÷ 10.

In commercio, le migliori valvole riceventi, sono munite di un cartellino recante i dati caratteristici della valvola.

Dalla bontà di una valvola dipende, in gran parte, il ren-

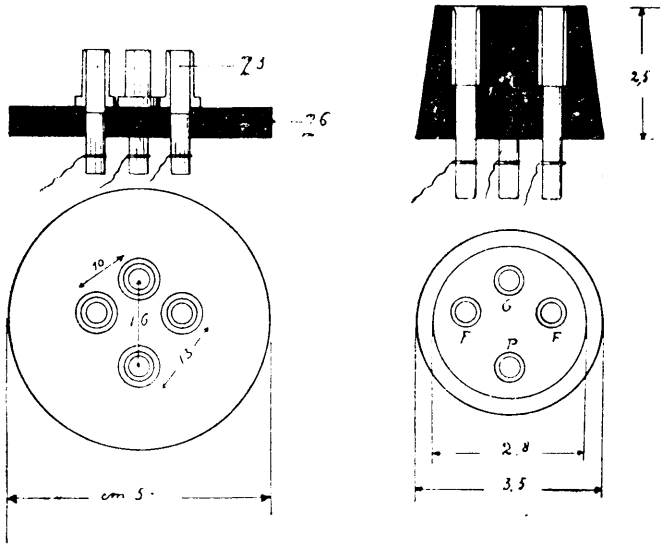


Fig. 93

dimento di un apparato. Speciale scelta deve esser fatta per le valvole impiegate come rivelatrici, specialmente se il loro montaggio è del tipo senza potenziometro.

La fig. 92 mostra un tipo di lampada ricevente molto in uso. La fig. 93 rappresenta due tipi di supporto per triode.

Lo zoccolo porta-spine, è in ebanite.

La fig. 94 rappresenta un porta triode F. A. R.

91. **Reostati.** — I reostati, impiegati per gli apparati riceventi a valvola, debbono regolare l'accensione dei filamenti

da un massimo rappresentato dalla massima tensione che possono sopportare i filamenti delle valvole, ad un minimo rappresentato dalla interruzione del circuito. Le valvole ordinarie del tipo francese, purchè selezionate, dànno ottimi risultati per tensioni che si aggirano intorno ai 4 volts, sarà quindi necessario, se si vuole ottenere da esse il massimo rendimento, impiegare una batteria di accensione da 6 volts ed un reostato che permetta di regolare l'accensione al punto di massimo rendimento. Il filo resistente, impiegato nella confezione di un reostato, è quello che in commercio prende il nome di *ohmmite*, utilizzato per la confezione delle resistenze dei ferri elettrici.

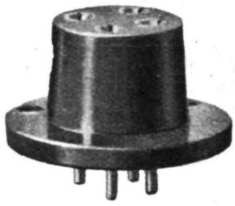


Fig. 94

Per ottenere la lunghezza di filo voluta, non v'è altro che distendere una certa quantità di questo filo, collegandone un estremo ad una delle prese del filamento di una valvola.

Si prendono, quindi, i due conduttori che partono dalla batteria da 6 volts o da 4 volts; uno di questi si connette all'altro polo del filamento della valvola e l'altro si fa scorrere sul filo resistente, osservando le variazioni di illuminazione del filamento. Quando si è giunti ad un punto, nel quale la luce emessa dal filamento è di un giallo cupo, la lunghezza che intercede tra questo punto ed il filamento della lampada rappresenta la lunghezza del filo resistente che si dovrà impiegare.

In ogni modo, la resistenza di un reostato di tipo corrente è compresa tra 2 e 5 ohms.

Perchè il filo non si riscaldi e perchè sia possibile confezionare una spirale di una certa lunghezza è bene scegliere una sezione di *ohmmite* non troppo piccola.

La fig. 95 mostra i particolari di due tipi di reostati molto impiegati. Gli zoccoli di questi reostati sono di fibra nera. Il dilettante provetto potrà costruirli da sè, se dispone di utensili adatti, altrimenti occorrerà acquistarli dal commercio. Se ne trovano a prezzi relativamente modesti.

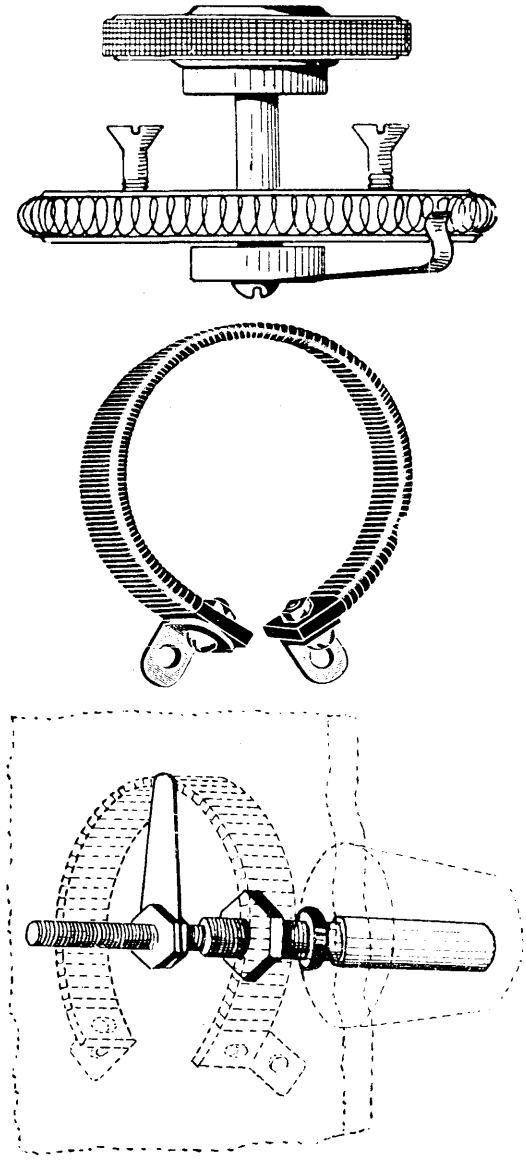


Fig. 95

La fig. 96 rappresenta un reostato F. A. R.

Fin quando è possibile, sarà bene impiegare un reostato per ogni lampada, altrimenti se ne impieghi uno per le valvole a radio frequenza, uno per la valvola rivelatrice ed uno per le valvole a bassa frequenza.

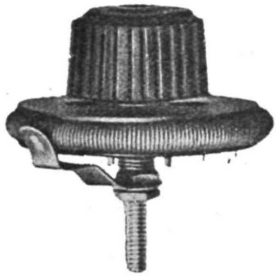


Fig. 96

Nel determinare le dimensioni del filo resistente, da impiegarsi per un reostato, occorre conoscere il consumo in ampéres, per ogni lampada, la tensione della sorgente impiegata ed il numero di lampade che si vogliono alimentare. Si risolve quindi la formoula di ohms: $R = \frac{V}{I}$.

92. **Potenziometri.** — Sono resistenze che si mettono, generalmente, in derivazione sulla batteria A, aumentata di qualche elemento, tanto da raggiungere gli 8 o i 10 volts come in fig. 97, per provocare una certa caduta di tensione lungo la resistenza stessa. Un cursore scorre sulla resistenza, in modo da poter assumere il potenziale voluto. I potenziometri si impiegano, generalmente, per regolare il potenziale di griglia in rapporto al filamento, ed, in questo caso, hanno una resistenza da 200 ÷ 300 ohms.

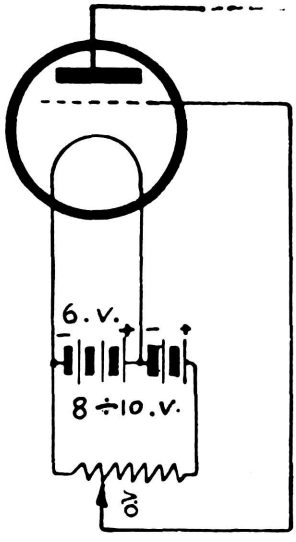


Fig. 97

Generalmente si costruiscono come i tipi di reostato rappresentati dalla fig. 95, e la sola differenza consiste nel fatto che il cursore non è connesso ad un

polo della batteria, bensì alla griglia. Gli estremi della resistenza sono connessi alla batteria *A*.

Il filo necessario si calcola applicando la seguente relazione:

$$R \text{ in ohms} = \text{resistenza specifica} \times \frac{\text{lunghezza in metri}}{\text{sezione in mm.}^2}$$

La resistenza specifica sarà bene chiederla al negoziante, in base al tipo di filo che fornisce.

Per la sezione di filo da impiegare, occorre seguire gli stessi criterî accennati a proposito dei reostati. La spirale dovrà, inoltre, risultare a spire serrate, in modo che il cursore scorra dolcemente su di essa, senza salti. Bene inteso che le spire non dovranno trovarsi a contatto.

93. **Resistenze.** — Per quanto i reostati ed i potenziometri siano anch'essi resistenze, pure, nel linguaggio della tecnica rediotelegrafica, il termine di *resistenza* si usa applicare a speciali resistenze, assai elevate, dell'ordine di diecine di migliaia e milioni di ohms.

A tale proposito è bene notare che 1.000.000 di ohms, (simbolo di ohm è ω) prende il nome di megaohm (simbolo Ω).

Queste elevate resistenze, che s'impiegano generalmente per provocare una forte caduta di tensione ai loro estremi, allo scopo di abbassare il potenziale delle griglie od allo scopo di trasmettere queste forti variazioni di tensione da un triode all'altro, negli stadi di amplificazione, sono costituite da un tratto di inchiostro di China, o di grafite, che riunisce due serrafili. La maggiore o minore larghezza del tratto di grafite, o di inchiostro, permette di ottenere la resistenza voluta.

Le resistenze più comuni sono a grafite e se ne impiegano di due tipi: 70.000 ÷ 80.000 ω e 3 ÷ 4 Ω.

Per costruirle si procede nel modo seguente:

Si tratti, per esempio, di stabilire una resistenza di circa 3 Ω, per shuntare, ad esempio, il condensatore da 0,0001 mfd. di un triode rivelatore. Si prepara un rettangolo di ebanite di cm. 5 × 3 e di spessore cm. 0,5. Si praticano due fori, alla

distanza di cm. 3 l'uno dall'altro, sulla linea mediana di una delle facce della piastrina di ebanite e nel senso della sua maggior dimensione. La superficie della ebanite sarà stata, preventivamente, resa opaca per mezzo di carta a smeriglio del n. 0, allo scopo di far presa al lapis. Quindi, con un lapis nero da disegno, del n. 2, si ricopre di grafite lo spazio contornante i due fori anzidetti, su di una superficie corrispondente ad un cerchio del diametro di cm. 1,5. Fatto ciò si ritagliano due dischetti di stagnola, di raggio un po' minore pei due cerchi di grafite, si applicano su questi ultimi, e si ricoprono, alla loro volta, con due piastrine di ottone che si stringono all'ebanite mediante due comuni serrafili con dado e controdado.

Un tratto di lapis, largo mm. 1 e che riunisce i due dischi di grafite, avrà una resistenza di circa 3 Ω. In ogni modo,

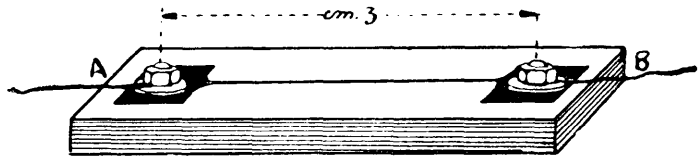


Fig. 98

montata la resistenza sull'apparecchio, con lapis e gomma si potrà portare la resistenza al valore migliore, regolandosi dal suono puro e nitido udito attraverso il telefono durante una trasmissione. Se l'apparecchio è munito di retroazione, sarà bene, durante l'operazione di ritocco della resistenza, di stringerne l'accoppiamento sino al massimo dell'amplificazione. Allora, il valore ottimo della resistenza sarà quello per il quale l'amplificazione sarà massima ed i rumori perturbatori saranno minimi.

Regolata la resistenza, si ricoprirà il tratto di grafite con un rettangolino di carta velina, sul quale si applicherà un rettangolo di ebanite da 2 ÷ 3 mm. di spessore, fissato con due

pernetti a dado e controdado. Per impedire che l'aria penetri, modificando, col tempo, il valore della resistenza, si possono otturare gli interstizî tra le due placche di ebanite con paraffina.

La fig. 98 rappresenta una di queste resistenze.

In commercio se ne trovano delle ottime, di facile applicazione e di poco costo. Sono generalmente costituite da speciali impasti.

Una resistenza di 70.000 ÷ 80.000 ω si ottiene riunendo i due serrafili con un tratto di grafite largo mm. 5 circa.

La fig. 99 rappresenta una resistenza variabile a grafite, ottenuta mediante lo scorrimento di una punta di lapis innestata come in figura, su un piano di ebanite resa opaca mediante smerigliatura.

94. **Telefoni.** — Nel corso di questo volume, abbiamo già accennato al telefono come lo strumento più sensibile per rivelare, ai nostri orecchi, anche minime variazioni di tensione. Il telefono è quindi lo strumento più adatto per la ricezione acustica dei segnali radiotelegrafici e per la ricezione della radiotelefonia.

Il telefono ordinario, costituito da una membrana di ferro dolce posta innanzi ad un elettromagnete polarizzato (cioè munito di un nucleo provvisto di magnetismo permanente), si presta assai bene per la ricezione dei segnali radiotelegrafici specialmente se il periodo proprio oscillatorio della membrana, dovuto alla sua forma, al suo spessore ed alla sua posizione, corrisponde alla frequenza dei battimenti se si tratta di onde persistenti, od alla frequenza dei treni se si tratta di onde smorzate.

Nel caso della radiotelefonia le cose cambiano. Perchè la voce, ed i suoni in genere, non si deformino per causa dell'inerzia della membrana o della sua entrata in risonanza, occorre che l'apparato produttore di vibrazioni d'aria sia molto rigido ed equilibrato, in modo che le sue vibrazioni seguano, il più rigorosamente possibile, quelle dei segnali.

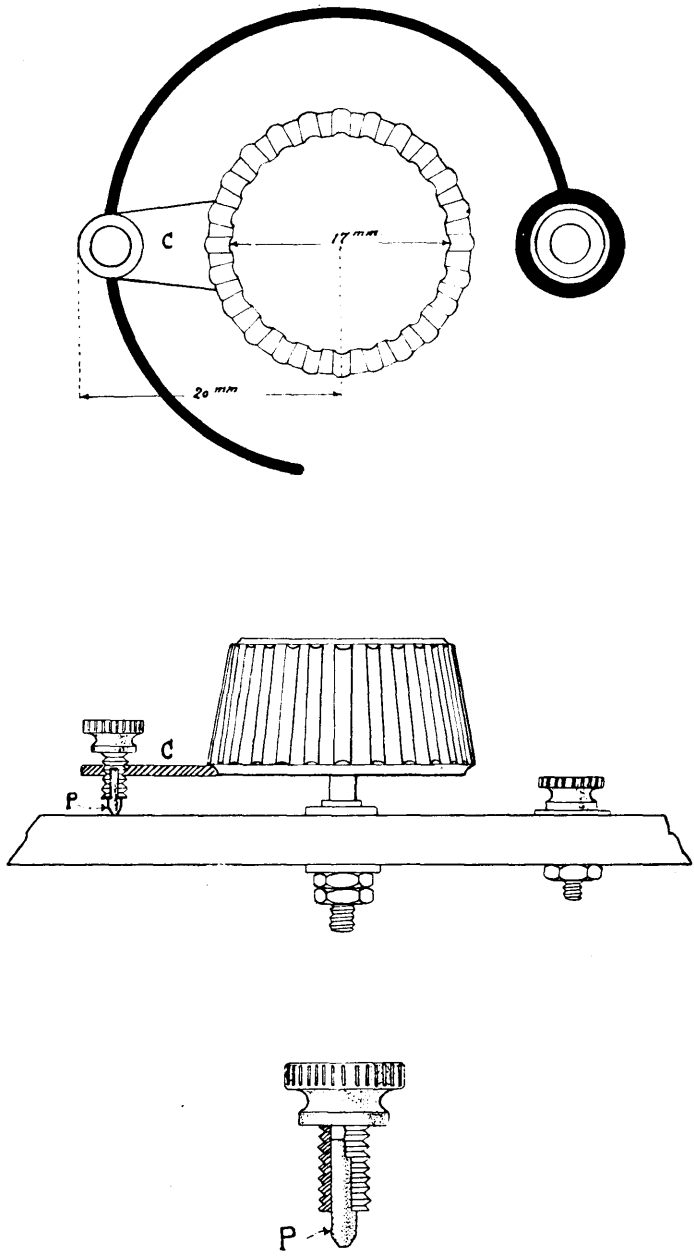


Fig. 99

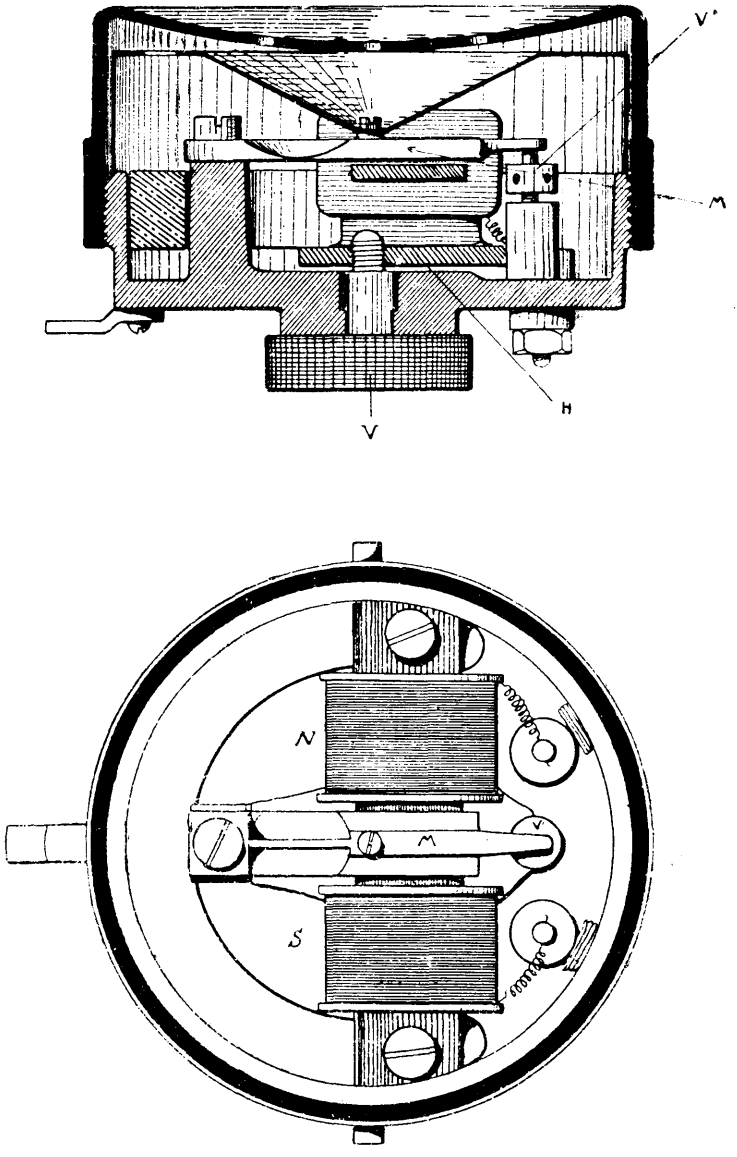


Fig. 100

La tecnica moderna ha fatto molti progressi in questo campo, ma non ha, certamente, raggiunta la perfezione; è quindi necessario saper scegliere, tra i tanti telefoni esistenti in commercio, il tipo più adatto al genere di ricezione che si desidera effettuare.

Non consiglio a nessun dilettante di tentare la costruzione di un telefono, poichè ciò vorrebbe dire pregiudicare, quasi certamente, l'esito del lungo e paziente lavoro dedicato alla costruzione del proprio apparato ricevitore.

A titolo di istruzione sottopongo al lettore la sezione di uno dei telefoni che meglio si presta alla ricezione sia della telefonia che della telegrafia (fig. 100).

In esso la lama rigida *M* si trova di fronte alle espansioni polari dell'elettromagnete. La vite regolatrice *V'* può regolare le escursioni di questa lama.

Le espansioni polari *N* . *S*, e le bobine, sono sopportate dalla piastra *H* e, per mezzo della vite *V*, possono essere allontanate od avvicinate alla lama *M*. Al centro della lama *M* è fissato un cono di alluminio sottilissimo che poggia, col proprio orlo, sulla scatola del telefono, mediante un anello di pergamena. Questo cono ha l'ufficio di trasmettere all'aria le vibrazioni della lama *M*.

Per ricevere la telefonia, le viti *V* e *V'* devono essere regolate in maniera che il rendimento sia buono, senza che, per questo, la lama *M* urti, nelle sue escursioni, la vite *V'*.

Per la telegrafia, al contrario, è bene che la lama *M* urti leggermente, durante le proprie escursioni, sulla vite *V'* poichè allora si produce un forte suono metallico che aumenta l'intensità sonora dei segnali.

Per i rivelatori a galena, la resistenza dei telefoni dovrà essere di circa 500 ohms, mentre che per gli apparati a valvola, la resistenza varierà dai 2000 ai 4000 ohms per ogni ascoltatore. È sempre preferibile l'uso di una cuffia munita di due ascoltatori in serie, all'uso di un ascoltatore solo, sia perchè la ricezione è più forte, sia perchè si hanno libere entrambe le mani per il regolaggio dell'apparecchio.

95. **Diffusori ed altisonanti.** — Per quanto, specialmente nell'industria, non si faccia una grande distinzione tra questi due termini, pure è bene distinguerli tra loro. Entrambi questi

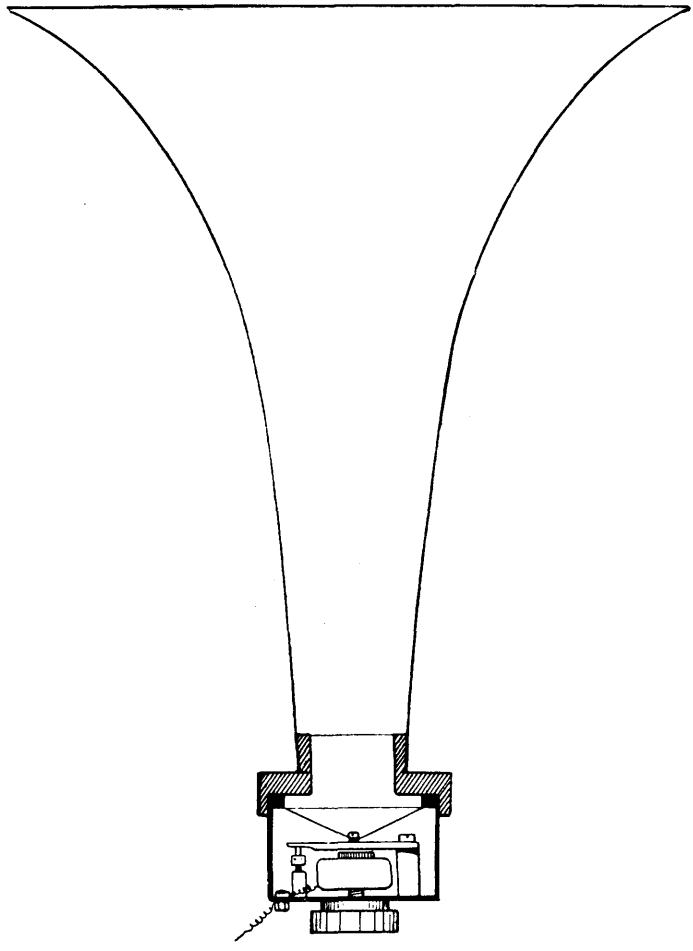


Fig. 101

tipi di apparati hanno lo scopo di permettere, ad un certo numero di persone non munite di telefono, di ricevere una

trasmissione. Ma i primi hanno solo la funzione di guidare e diffondere il suono proveniente da un telefono, mentre i secondi aggiungono, a questa prerogativa, anche una certa amplificazione del suono, dovuta a fenomeni meccanici più che a fenomeni elettrici.

Attualmente, l'industria, dato il grande sviluppo del «Broadcasting» si è sbizzarrita nella costruzione dei più svariati tipi di diffusori ed altisonanti, alcuni dei quali necessitano anche di uno speciale amplificatore supplementare ad audiofrequenza. Col loro impiego la diffusione del suono va sempre, più o meno, a scapito della purezza e della fedeltà. È necessario, quindi, andar molto cauti nella loro scelta ed è utile non lasciarsi attrarre dalla vigoria del suono che essi diffondono.

Il dilettante che non vuol ricorrere all'acquisto di uno di questi apparati, che sono quasi sempre costosi, potrà adattare al proprio telefono una tromba di alluminio o meglio di carta da disegno, verniciata con lacca, come lo mostra la fig. 101.

Le precauzioni accennate a proposito del telefono debbono estendersi anche ai diffusori ed agli altisonanti. Questi debbono limitarsi, il più possibile, alla diffusione dei suoni rimanendo inerti, cioè non aggiungendo ad essi nulla di... personale.

Un'altra soluzione, alla portata di tutti, e che spesso dà buon risultati, consiste nell'immergere il proprio telefono in un porta vasi, in una coppa di vetro o di porcellana, scegliendo quello che rende più fedelmente la voce. Talvolta si realizza, così, un impareggiabile ed economico altisonante.

CAPITOLO III.

RICEVITORI - AMPLIFICATORI

AVVERTENZA:

Gli schemi che figurano nel seguente capitolo, relativi a montaggi ordinari, recano valori di capacità, selfs e resistenze, soltanto a titolo indicativo.

Il costruttore, in base alle rtpetute considerazioni fatte nel corso di questo volume, è in grado di scegliere capacità, resistenze e selfs, appropriate ai risultati che vuole ottenere.

96. **Ricevitore a galena.** — L'impiego di un ricevitore semplice a galena, può essere utile in tutti quei casi nei quali la stazione di « Broadcasting » sia potente e nello stesso centro nel quale si vuol ricevere.

In tal caso, l'apparecchio, di poco costo e di semplice manovra, permetterà una ottima audizione su antenna e con casco, priva quasi completamente di rumori parassiti.

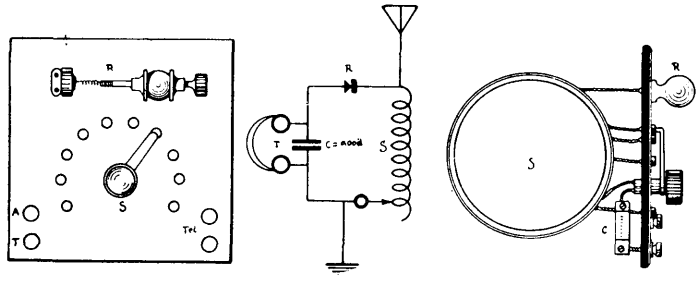


Fig. 102

La fig. 102 mostra lo schema di un ricevitore a galena con montaggio in derivazione ed i particolari di montaggio su pannello di ebanite. Gli schemi della fig. 103 rappresentano un

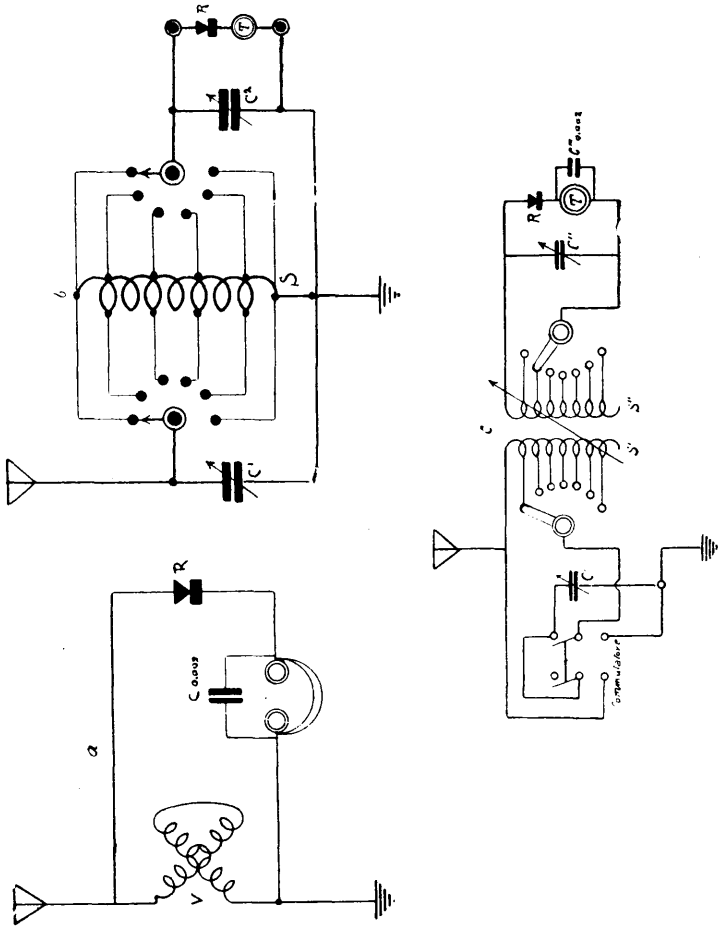


Fig. 103

montaggio in derivazione con variometro, un montaggio in Oudin, ed un montaggio in Tesla (sintonia).

Un ricevitore a galena permette la ricezione, sia della radiotelefonia, sia della *radiotelegrafia ad onde smorzate*.

Il montaggio con variometro è il più semplice, e nello stesso tempo dà ottimo rendimento. È quindi consigliabile per la ricezione della radiofonia su piccola lunghezza d'onda, nello stesso centro nel quale ha luogo la trasmissione.

Il variometro di fig. 86 si presta mirabilmente allo scopo.

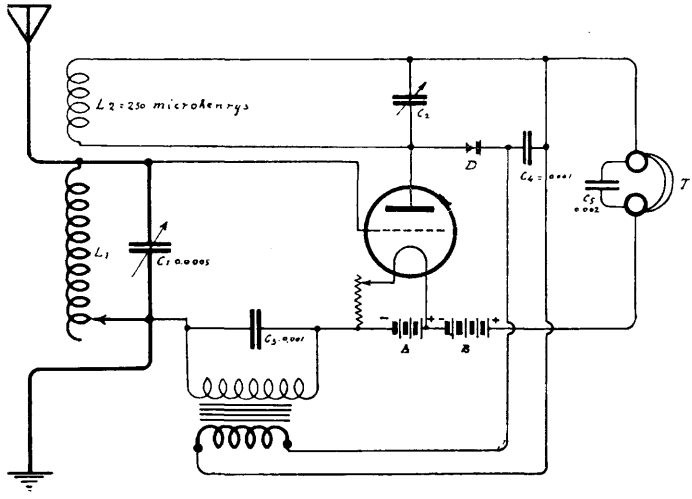


Fig. 104

97. **Ricevitore misto a galena ed a triode, tipo « Reflex ».** — La figura 104 ne rappresenta lo schema di principio. Esso comporta un circuito sintonizzatore in derivazione, un circuito amplificatore a radiofrequenza, a risonanza, un rivelatore a galena ed un circuito amplificatore a bassa frequenza.

La particolarità di questo montaggio consiste nel fatto che lo stesso triode, impiegato per l'amplificazione a radiofrequenza, disimpegna anche l'amplificazione a bassa frequenza mediante trasformatore separato. Questo sistema si chiama « reflex ».

L'apparecchio, specialmente adatto per la radiotelefonia, possiede un forte grado amplificatore, tanto da permettere la ricezione in altisonante su antenna del «Broadcasting» inglese. Le minime proporzioni e la necessità di un solo triode lo rendono molto economico, sia dal punto di vista costruttivo, sia dal punto di vista della manutenzione. Il suo regolaggio richiede una certa accuratezza.

98. **Ricevitore a triode con retroazione.** — La fig. 105 rappresenta gli schemi di principio di tre ricevitori a valvola. Lo schema *a* è quello di un ricevitore montato in Tesla e munito di reazione sul secondario. Lo schema *b* è un montaggio in derivazione con variometro d'antenna e di retroazione.

Lo schema *c*, si riferisce ad un montaggio in Tesla, con variometro in serie sul secondario e con variometro di retroazione. Il primario e secondario di quest'ultimo montaggio possono essere del tipo a bobine intercambiabili oppure possono essere costituiti da un « variocoupler ».

Occorre ricordare che, nel caso di piccole lunghezze d'onda, vanno osservati i consigli dati a paragrafo 67, e cioè: connessioni a filo nudo e ben indipendenti l'una dall'altra; bottoni di manovra lontani almeno 10 cm. dagli organi che comandano; perciò anche i bottoni di manovra delle selfs dei variometri saranno fissati su assi lunghi almeno 10 cm.

Un tale ricevitore ha un rendimento maggiore del ricevitore a galena semplice, poichè è munito di retroazione, inoltre permette anche la ricezione delle onde persistenti.

La bobina di reazione avrà, per piccole lunghezze d'onda al disotto dei 3000 m. un valore di 1000 ÷ 1500 microhenrys.

I montaggi *b* e *c* si prestano per lunghezze d'onda al di sotto dei 700 m. perchè hanno la reazione ad accordo di placca.

99. **Ricevitore amplificatore a radio frequenza a risonanza a selfs.** — La fig. 106 rappresenta lo schema di principio di un ricevitore munito di uno stadio a radio frequenza

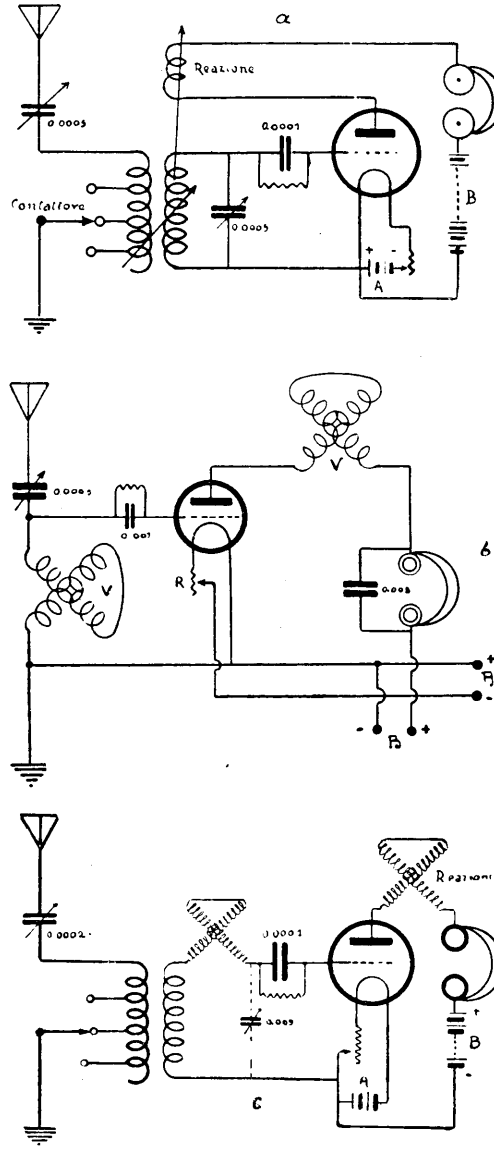

a
Reazione
0.0005
0.0001
Contattore
0.0005
B
A
V
0.0005
0.001
V
R
b
0.005
A
B
0.0002
0.0001
0.005
B
A
c

Fig. 105

a risonanza, realizzato con un circuito oscillante di placca, accoppiato elettrostaticamente con la griglia del rivelatore, attraverso una capacità fissa. La resistenza connessa tra il positivo della Batteria *A* e la griglia, permette la rivelazione dei segnali. Il variometro permette la retroazione.

Al posto della cuffia si può inserire il primario del primo trasformatore d'un amplificatore a *B . F.*

Al montaggio in derivazione, si può sostituire quello in Oudin o quello in Tesla od il quadro. Il circuito oscillante di placca può essere intercambiabile.

La fig. 107 rappresenta un montaggio molto adottato in America. Il variometro V^3 deve essere sostituito da una bobina di reazione accoppiata in modo variabile con la self S^2 quando il ricevitore deve funzionare per lunghezze d'onda al di sopra dei 750 metri. V^1 S^2 può essere un vario-bloc F.A.R.

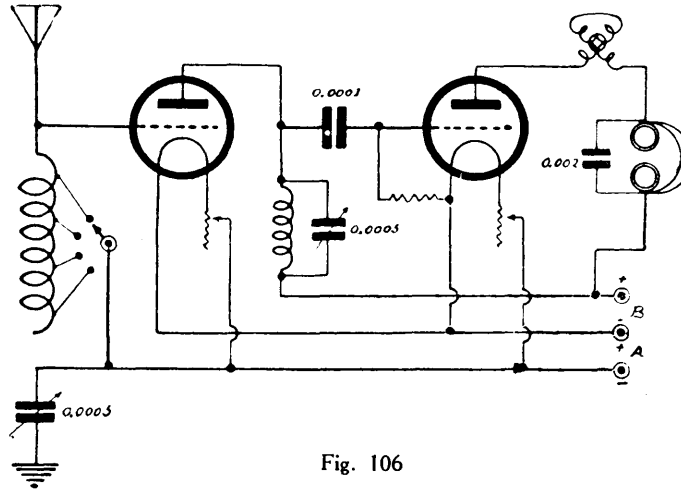


Fig. 106

100. **Ricevitore amplificatore a radio frequenza a risonanza ed a bassa frequenza, con accoppiamento intervalvolare elettromagnetico.** — La fig. 108 mostra lo schema di un tale amplificatore a due stadi a radiofrequenza a risonanza, un rivelatore con retroazione a variometro, e due stadi

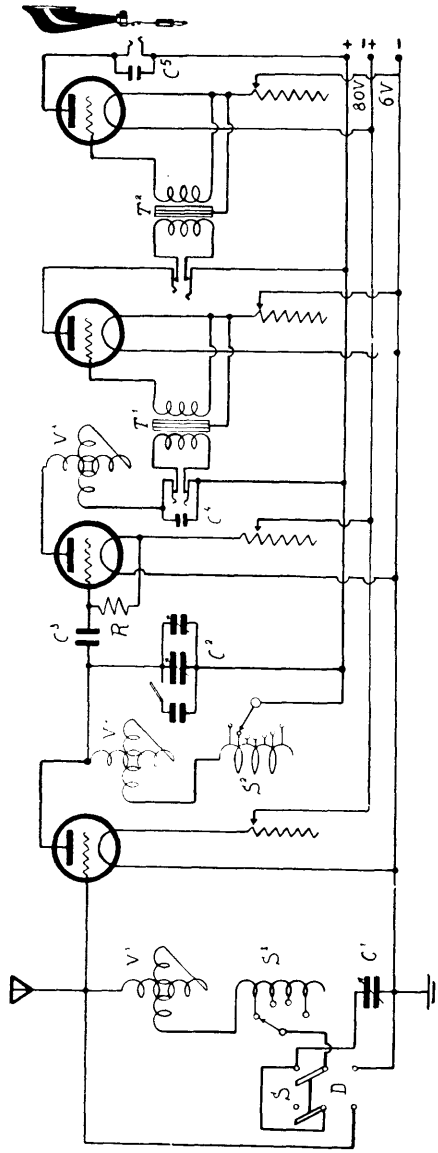


Fig. 107

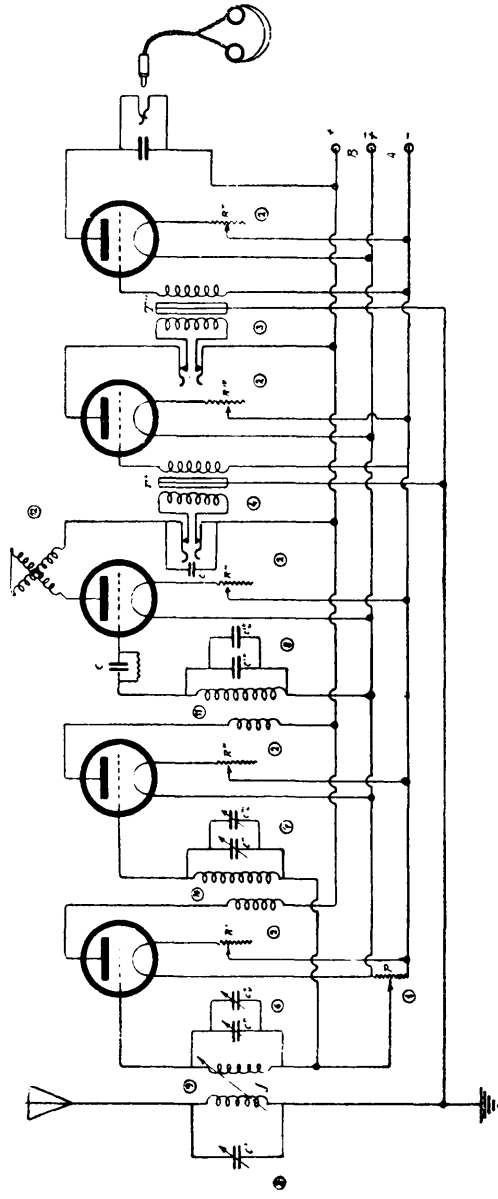


Fig. 108

a bassa frequenza. Lo schema è munito di spine e di *jaks* da centralino telefonico, a doppia rottura per i trasformatori, ed a semplice rottura per la placca dell'ultimo triode. Con essi è possibile passare rapidamente dall'ascolto con tre valvole a radio-frequenza a quello con 4 e con 5 valvole miste. I nuclei dei trasformatori sono connessi alla terra.

Questa precauzione va presa in tutti i trasformatori *B . F*.

Un potenziometro permette di scegliere il potenziale migliore delle griglie delle due valvole a radio-frequenza per non dar luogo a rigenerazioni nocive; i condensatori a verniero permettono delicati regolaggi.

La tensione della batteria *A* sarà di 6 volts e la resistenza del potenziometro da 200 ÷ 300 ohms.

La fig. 109 mostra una pratica realizzazione di questo tipo di apparecchio, munito di circuiti intervalvolari come quelli descritti al paragrafo 89; di « variocoupler » come quello descritto al paragrafo 86, ed infine di variometro identico a quello descritto al paragrafo 87.

Questo apparecchio è stato calcolato per la ricezione di lunghezze d'onda comprese tra i 200 ed i 750 metri circa. Il costruttore potrà modificarlo e trasformarlo a suo talento, attenendosi ai criterî ed alle nozioni precedentemente esposte, e ricordando che la reazione per accordo di placca non è impiegabile per onde superiori ai 750 metri.

L'apparato, tal quale è stato descritto e calcolato, se ben costruito, può permettere, in favorevoli condizioni, la ricezione su quadro del « Broadcasting » inglese, ricezione che sarà molto facilitata, dall'impiego d'un'antenna, specialmente se si vuol ottenere con un altisonante.

Per una gamma di λ inferiori ai 750 m. i dati sono i seguenti:

1 = Potenziometro da 180 ÷ 200 ohms.
2 = Reostati da 5 ohms.
3 = Trasformatori *B . F* rapp. 1 : 3.
4 = » » » 1 : 5.

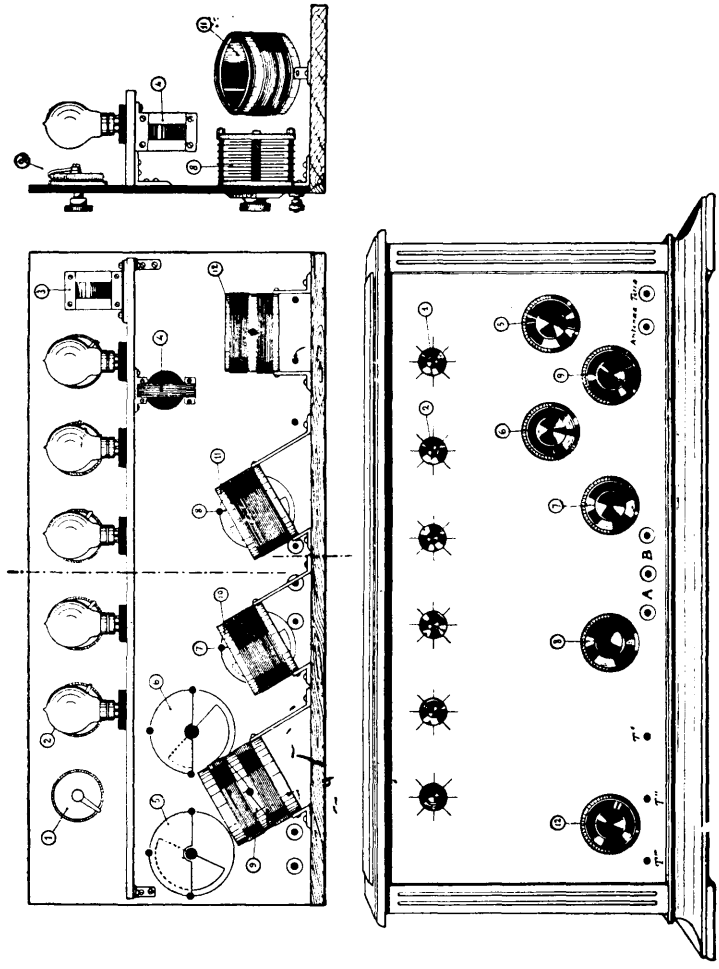


Fig. 109

5 = Condensatore variabile ad aria, da 0.0005 mfd.

6, 7, 8 = Condensatori da 0.0005 + 0.00005 (cioè muniti di verniero).

9 = Variocoupler descritto a paragrafo 86.

10,11 = Circuiti intervalvolari descritti a paragrafo 89.

12 = Variometro descritto a paragrafo 87.

C = Capacità di shunt del primario del primo trasformatore *B . F*, da 0.001 ÷ 0.002 mfd.

Il jack di placca dell'ultimo triode è, anch'esso, shuntato dalla stessa capacità. La tensione della batteria *B*, sarà di 80 *V* e quella della batteria *A*, di 6 volts.

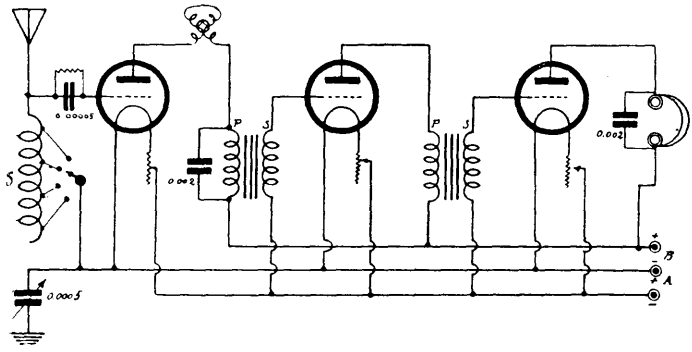


Fig. 110

101. **Ricevitore amplificatore a** *B . F.* — Questo ricevitore è munito di un triode rivelatore a reazione, seguito da due stadi amplificatori a *B . F;* è di manovra molto semplice ed è provvisto di un forte grado amplificatore. La fig. 110 mostra lo schema di principio. Al montaggio in derivazione si può sostituire quello Oudin o quello in Tesla ed il condensatore in serie può esser messo in derivazione sull'aereo. Anche questo montaggio non è impiegabile per onde superiori ai 700 m. Se si vuole ampliare la gamma occorre portare la reazione sul circuito antenna-terra.

CAPITOLO IV.

ALCUNI MONTAGGI SPECIALI

102. **Ricevitore Reinartz.** — Questo ricevitore, dovuto ad un dilettante americano, ha ottenuto molto successo presso i dilettanti d'America e d'Europa. La sua teoria non è stata ancora ben precisata. In ogni modo esso risponde assai bene per la ricezione delle piccole lunghezze d'onda, sia perchè la sua manovra è molto semplice, sia perchè è possibile ricevere le piccole lunghezze d'onda impiegando un'antenna di grandi dimensioni che assorbe quindi molta energia. L'aumento di lunghezza d'onda propria dell'antenna non influisce sulla gamma di ricezione, poichè il ricevitore Reinartz funziona su antenna non accordata.

In questo apparecchio non occorre, perciò, accordare nè l'antenna, nè il circuito ad essa accoppiato; le sole manovre si riducono al regolaggio della rigenerazione ed all'accordo del circuito di griglia.

La fig. 111 mostra lo schema di principio di questo ricevitore e quello delle selfs necessarie.

La ricezione con questo ricevitore è forse meno intensa che con altri, ma è assai più pura ed abbraccia una gamma di lunghezze d'onda assai più vasta.

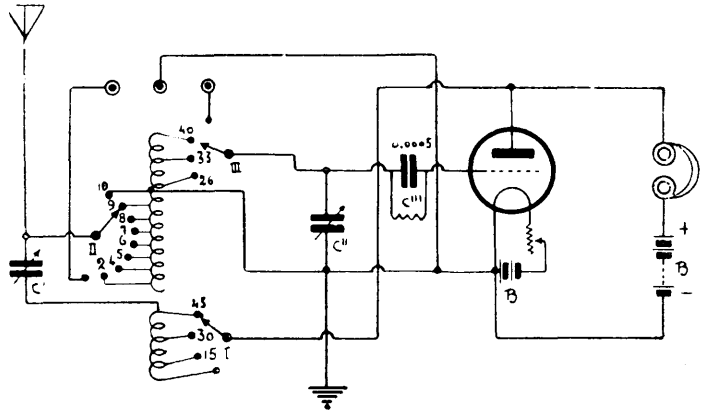
I bottoni di manovra è bene che siano distanziati dagli strumenti che comandano come, del resto, in tutti i ricevitori, per piccole λ.

La carcassa della self sarà di cartone laccato o di ebanite, dello spessore di mm. $2 \div 3$.

L'avvolgimento sarà eseguito con filo da $^4/_{10}$ s. s. c. come è mostrato dalla figura e cioè: un primo elemento di 45 spire con una presa saldata alla 15ª spira ed una alla 30ª. In tal modo

il primo avvolgimento verrà ad avere 4 capi che andranno connessi con saldatura ai 4 bottoni del primo contattore.

Si inizierà quindi il secondo avvolgimento che comprenderà 40 spire con prese alla 2ª, 4ª, 5ª, 6ª, 7ª, 8ª, 9ª, 10ª, 26ª, 33ª, 40ª spira. Le prese saranno sempre eseguite con salda-



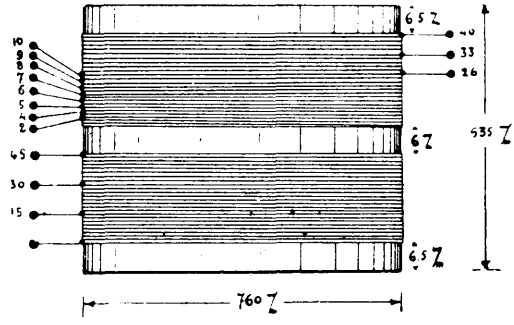


Fig. 111

tura. Eccetto la 10ª spira, le prime saranno connesse al secondo contattore e le altre al contattore di griglia. Le prese saranno sfalsate l'una dall'altra.

La 10ª presa si connetterà alla terra.

L'ultimo bottone di ogni contattore è connesso rispetti-

vamente ad uno dei tre serrafili (1, 2, 3) che permettono di aggiungere self esterne per estendere la gamma di ricezione. La capacità $C'' = 0{,}0005 + 0{,}00005$ cioè munita di verniero.

La retroazione si ottiene manovrando la capacità C' da $0{,}0005 + 0{,}00005$ mfd.

Per il regolaggio di questo ricevitore, occorre, innanzi tutto, manovrare i contattori. Non appena individuata la trasmissione che si vuole ascoltare, si perfezionerà l'accordo agendo sui condensatori.

In questo ricevitore deve essere *omesso il condensatore che shunta il telefono.*

Spesso, per un migliore funzionamento, è necessario inserire, tra placca e telefono, una forte reattanza costituita da una bobina di molte spire, con nucleo di ferro.

103. **Ricevitore a super-rigenerazione Armstrong.** — L'interesse che l'invenzione di Armstrong ha suscitato nel campo dei cultori di radiocomunicazioni ha, in questi ultimi tempi, dato luogo ad una infinità di realizzazioni pratiche del principio fondamentale su cui è basata la super-rigenerazione.

Il vantaggio precipuo del super-rigeneratore è quello della elevatissima amplificazione, nei riguardi delle piccole lunghezze d'onda. Ricordando ciò che si è detto a questo proposito nella teoria, risulta che l'amplificazione è enorme durante uno solo dei semiperiodi della oscillazione locale ausiliaria; è chiaro quindi che, tanto più elevata sarà la frequenza del segnale ricevuto, tanto maggiore sarà il numero delle oscillazioni di quest'ultimo che saranno comprese nell'intervallo di amplificazione enorme (resistenza apparente negativa). Da ciò che si è detto si deduce anche che la pratica utilità di un super-rigeneratore consiste nell'ottenere, con un solo triode, ciò che si ottiene in altri tipi di ricevitori, con più triodi.

Per questa ragione mi limiterò a dare alcuni dati relativi alla costruzione di un ricevitore a super-rigenerazione, munito di uno solo triode, e che permette un accordo su onde inferiori

ai 450 m. Con un simile apparecchio, se ben costruito e ben regolato, si potranno ascoltare, con solo quadro, comunicazioni radiofoniche con la stessa intensità con la quale si riceverebbero impiegando un'antenna-terra, un triode amplificatore e uno rivelatore con retroazione.

La specialità di questo montaggio consiste nel fatto che un solo triode disimpegna la triplice funzione di rivelatore e di generatore di oscillazioni supplementari e locali, mentre è sede, al tempo stesso, delle oscillazioni ricevute.

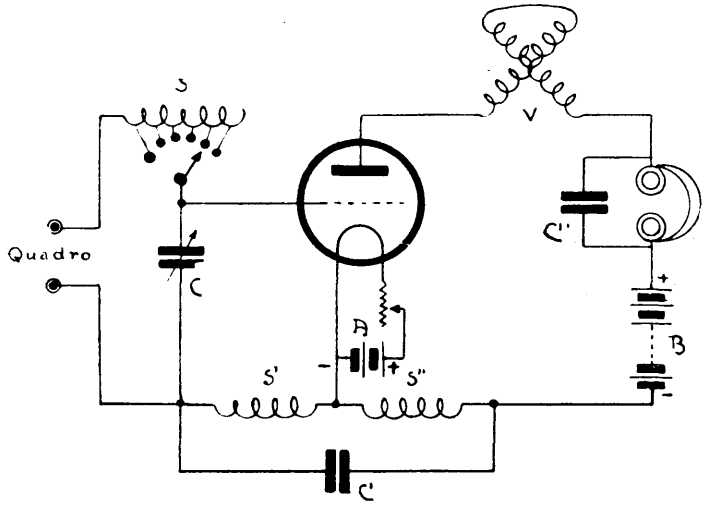


Fig. 112

La fig. 112 ne mostra lo schema di principio. Il quadro da impiegarsi sarà di m. 1,50 × 1,50 e le spire saranno circa 13 (filo da campanelli), distanziate di mm. 4.

L'induttanza *S* sarà costituita da 44 spire di filo da 0,65 d. s. c., avvolte su una carcassa cilindrica di cartone laccato, spesso mm. 1,5 al massimo, di diametro cm. 8,90, con una presa ogni cinque spire.

S' ed *S''* sono due bobine a nido d'ape rispettivamente di 1500 e 1250 spire, munite di spine, poichè, per il funzio-

namento, potrà occorrere di invertire il senso delle spire di una bobina rispetto all'altra.

Le bobine saranno fissate in modo che il loro accoppiamento risulti di circa mm. 12,7.

C = cond. var. aria di 0,001 mfd.

C' = cond. fisso da 0,004 mfd.

C'' = cond. fisso da 0,002 mfd.

V = variometro come quello descritto in questo libro o del tipo « Standard » del commercio.

Per accordare il ricevitore si manovrerà il reostato sino a che il filamento non darà una luce brillante e chiara; manovrare quindi il variometro sino a portarlo nella posizione di 90° e regolare C vicino a O sino a sentire al telefono un fischio acuto.

Non appena si sia individuata una trasmissione, agendo sul variometro e su C, si perfezionerà l'accordo e l'audizione.

104. **Ricevitore neutrodina.** — Ho già accennato, al paragrafo 59, che spesso, negli amplificatori a radio-frequenza a risonanza, l'accordo del circuito di placca o di un circuito ad esso strettamente accoppiato, necessario per ottenere la massima amplificazione, provoca la generazione di oscillazioni persistenti che si rivelano sotto forma di acuti sibili che impediscono la ricezione.

Questo fenomeno di retroazione nocivo è dovuto all'accoppiamento elettrostatico griglia-placca, proprio ad ogni triode.

Il prof. Hazeltine ha ideato un geniale dispositivo che neutralizza l'azione dell'accoppiamento nocivo anzidetto permettendo, così, di ottenere il massimo rendimento negli amplificatori a radio-frequenza a risonanza.

Senza entrare nella teoria del fenomeno di neutralizzazione, basti dire che esso è basato sull'impiego di un circuito che permette di opporre, alla corrente che passa attraverso l'accoppiamento nocivo, una corrente tale da distruggerne gli effetti.

Questo circuito è munito di capacità e di induttanza. La

legge che lega questa capacità e questa induttanza alla capacità nociva e alla induttanza del circuito neutralizzato, è la seguente:

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{C_2}{C_1}$$

Dove N_1 C_1 ed N_2 C_2 sono, rispettivamente, il numero delle spire delle selfs, la capacità nociva del circuito neutralizzato e quella addizionale del circuito neutralizzante.

Il prof. Hazeltine impiega, come self del circuito neutralizzante, una delle bobine intervalvolari, ed aggiunge soltanto una capacità C_2 che chiama *capacità neutralizzante.*

Il valore che dovrà avere questa capacità si ricava dalla formula precedente:

$$C_2 = \frac{N_1 C_1}{N_2} \qquad (18)$$

la quale ci dice che C_2 varia in funzione del rapporto delle due bobine intervalvolari (di griglia e di placca).

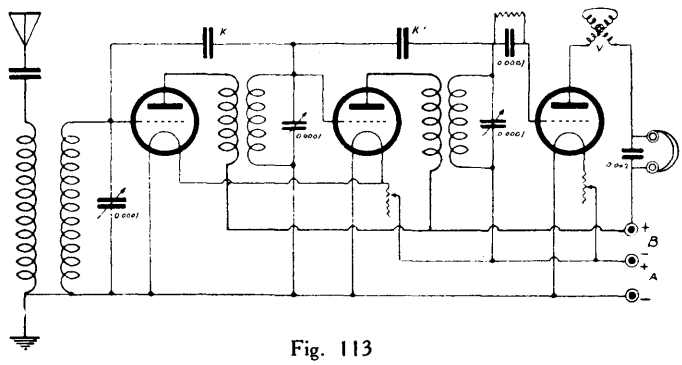


Fig. 113

In particolare la 18 dice che se $N_1 = N_2$, la capacità neutralizzante dovrà essere eguale alla capacità intervalvolare.

La disposizione migliore dei circuiti è quella della fig. 113, essa mostra lo schema di un amplificatore a due stadî a radiofrequenza a risonanza e un triode rivelatore.

Le capacità neutralizzanti, K, connettono le griglie. In questo caso la self neutralizzante è quella di griglia.

Volendo determinare il valore della capacità neutralizzante non c'è altro che determinare, secondo i criterî esposti a proposito dei circuiti oscillanti, il numero delle spire che dovranno avere le selfs di griglia, a seconda della gamma che si desidera esplorare, e stabilire, per le selfs di placca corrispondenti, un numero di spire eguale ad $^1/_4$.

In questo caso: $C_2 = {}^1/_4\, C_1$.

Le capacità neutralizzanti pari ad $^1/_4$ di C_1 (capacità nociva) si realizzano in un modo assai semplice.

La fig. 114 ne mostra un esempio: M ed N sono due fili

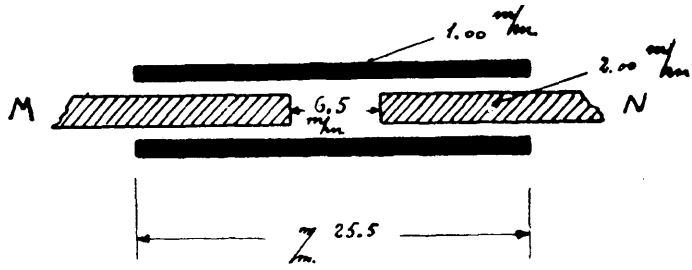


Fig. 114

di rame della sezione di mm. 2 circa, tenuti discosti di 6,5 mm., ed attorniati da un tubetto di rame lungo cm. 2,5 circa e tale che possa scorrere attorno ai due fili, esercitando una leggera frizione. È chiaro che un tale sistema equivalga a due condensatori in serie le cui capacità aumentino o diminuiscano, l'una rispetto all'altra, con lo scorrere del tubo verso destra o verso sinistra.

La direzione degli avvolgimenti delle self intervalvolari sarà quella dello schema, e così pure le connessioni saranno rispettate.

L'accoppiamento del circuito di griglia della prima valvola col circuito antenna-terra sarà molto serrato e, quindi, non vi sarà bisogno di capacità in derivazione sulla self antenna-terra.

Questa avrà un numero di spire pari ad un quarto della self della prima griglia, come per i circuiti intervalvolari.

Le selfs di griglia saranno cilindriche e porteranno internamente le selfs di placca.

La loro costruzione sarà quella indicata al paragrafo 90. Le carcasse delle bobine esterne avranno un diametro di cm. 7,67 e quelle delle bobine interne un diametro di cm. 7. Il filo sarà da $^4/_{10}$ d. s. c. ed il numero delle spire della self di griglia sarà di 55.

Volendo, si potranno impiegare gli stessi circuiti intervalvolari descritti al paragrafo 90, posto che gli avvolgimenti e le connessioni siano eseguite come in fig. 113.

La fig. 114 mostra lo schema di principio di un amplificatore del tipo « Reflex », munito di condensatori neutralizzanti, e che, con quattro soli triodi, realizza cinque stadî di amplificazione, di cui due a bassa frequenza.

La disposizione dei varî elementi può essere quella stessa adottata a fig. 109 sia per il tipo reflex, sia per il tipo precedente. Il montaggio Reflex-Neutrodina è attualmente molto in voga in America.

Il regolaggio di un ricevitore neutrodina è molto semplice.

Siccome la capacità nociva varia da triode a triode, ogni volta che questi vengono cambiati occorre regolare le capacità neutralizzanti.

Questo regolaggio è basato sul fatto che la capacità nociva lascia passare correnti alternative anche a triode spento. Ciò posto, per ottenere il regolaggio, basta accordare l'apparato su una segnalazione molto intensa. Ottenuto l'accordo, si spegne uno dei triodi a radio-frequenza. Se il condensatore neutralizzante non è regolato, la segnalazione non sparirà. Si agirà sul condensatore neutralizzante sino alla scomparsa del segnale; il verificarsi di questo fenomeno indica che la neutralizzazione è completa. Regolato uno dei condensatori, si passerà all'altro con lo stesso metodo.

Nei ricevitori neutrodina si può impiegare la reazione, ma l'ideatore avverte che non è necessaria.

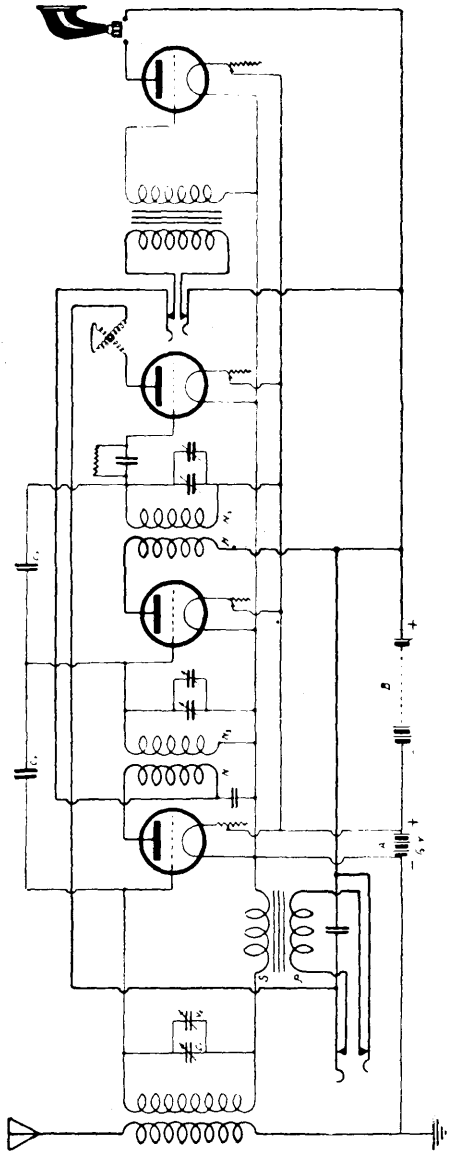


Fig. 115

105. **Ricevitore Flewelling.** — Anche questo sistema è dovuto ad un dilettante americano: Sig. Flewelling. Questo montaggio gode attualmente molto favore in America. I suoi vantaggi principali sono i seguenti:

1°. - Impiego di un solo triode con rendimento pari ad una volta e mezzo circa il rendimento ottenuto con l'impiego di un triode munito di reazione.

2°. - Abolizione della presa di terra, spesso nociva, se non realizzata classicamente con una rete di rame affondata in buon terreno sotto l'antenna.

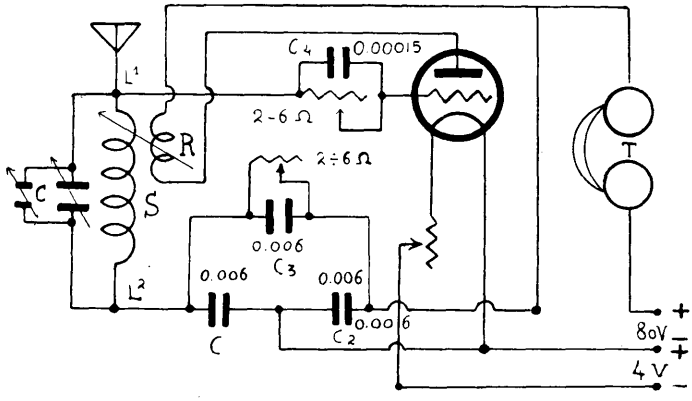


Fig. 116

3°. - Non richiede che 4 volts come massimo, per l'alimentazione del filamento.

4°. - Facile regolaggio.

5°. - Buon rendimento per lunghezze d'onda corte e medie.

Lo schema di principio è quello di fig. 116.

La self *S* può essere a nido d'ape, o duolateral, o a fondo di paniere semplice o doppia.

Per i valori di *S* si seguono i criteri generali ampia-

mente esposti, in funzione delle gamme che si vogliono esplorare. La reazione *R* avrà un valore di circa 500 microhenrys.

Le resistenze variabili si ottengono come in fig. 99 e cioè, munendo la manetta *C* comandata dal bottone, di una mina da lapis *P* che scorre sull'ebanite resa opaca con una leve smerigliatura.

La traccia circolare che il lapis lascia nell'ebanite farà contatto con un serrafilo che rappresenta uno degli estremi della resistenza, mentre l'altro è rappresentato dal perno del bottone. Bene inteso che la manetta *C* deve essere elastica in modo da premere la punta del lapis sulla superfice dell'ebanite.

Dal punto di vista funzionamento, osservando lo schema si vede che la parte rivelatrice ed il circuito di reazione, sono normali. Il condensatore C^1 sostituisce in certo qual modo la terra.

Il condensatore C_4, shuntato dalla propria resistenza variabile, permette di attaccare il circuito di griglia placca con una seconda reazione elettrostatica. In tal modo si viene a realizzare una specie di superreazione.

Volendo far precedere il montaggio Flewelling da un triode amplificatore a radio frequenza a risonanza, non v'è altro che sostituire alla self *S* la bobina secondaria di fig. 90.

In tal caso, alla griglia ed al negativo del filamento del primo triode si connetteranno gli estremi di un circuito antenna terra ordinario od il secondario di un sintonizzatore di Tesla (variocoupler).

In ogni caso il regolaggio dell'apparato si eseguisce così:

1°. - Agire sul condensatore *C* e sulla reazione.

2°. - Regolare la resistenza di griglia una volta tanto.

3°. - Perfezionare l'audizione agendo sulla reazione e sull'altra resistenza variabile.

106. **Ricevitore-trasmettitore per radiofonia per piccole distanze.** — Dato il costo della costruzione e della manuten-

zione, date le difficoltà che, generalmente, i privati incontrano per l'uso di un trasmettitore, mi limiterò alla descrizione di un minuscolo *ricevitore-trasmettitore* che permette

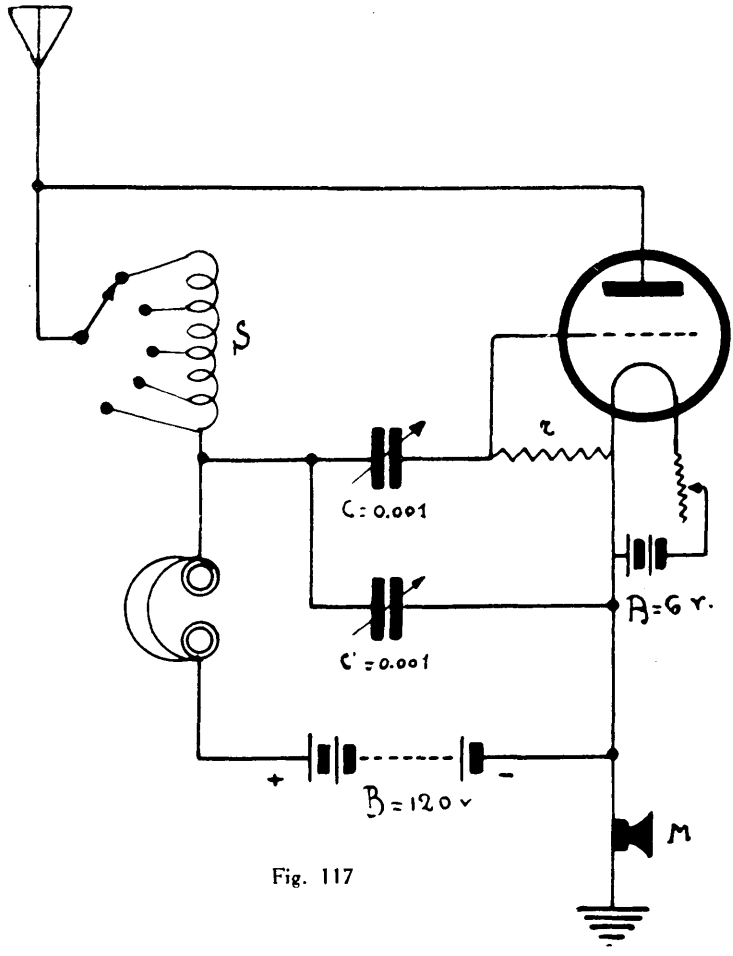


Fig. 117

di comunicare e di ricevere entro un raggio di 8 ÷ 9 km. senza l'impiego di speciali e costosi generatori di alimentazione e triodi. La fig. 117 ne mostra lo schema di principio.

La carcassa cilindrica della bobina *S*, in cartone laccato, avrà un diametro di cm. 12,7 ed una lunghezza di cm. 30. L'avvolgimento verrà fatto con filo da 0,60 d. s. c. e si eseguirà una presa ogni dieci spire.

La resistenza *r* di griglia si potrà ottenere immergendo un rettangolino di cartone di cm. 5,8 × 3,2 in inchiostro di China di ottima qualità. Questo rettangolino, asciutto che sia, sarà fissato su di un rettangolo di ebanite per mezzo di due serrafili.

La lampada da impiegarsi dovrà essere una buona lampada ricevente che sopporti 6 volts di tensione sul filamento. Il telefono resterà inserito anche durante la trasmissione.

Aggiungendo in serie, alla base dell'antenna, un milliamperometro, si potrà controllare più agevolmente la generazione di oscillazioni. Questo milliamperometro sarà tale da potersi escludere durante la ricezione.

Agendo sui condensatori e sulla self di antenna si regolano sia la trasmissione che la ricezione.

CAPITOLO V

STRUMENTI DI MISURA UTILI AD UN COSTRUTTORE

107. **Voltmetro.** — Il voltmetro è uno strumento che permette, mediante la deviazione di un indice su di un quadrante graduato, di conoscere la tensione (differenza di potenziale) esistente tra due punti di un circuito.

È necessario, quindi, per controllare la tensione sia di una batteria *A*, sia di una batteria *B*.

Se ne trovano in commercio di varî tipi. Quello più adatto per il controllo della tensione delle sorgenti di alimentazione dei ricevitori, è il tipo così detto a doppia graduazione, che permette di leggere tensioni comprese tra 0 ed 80 volts, ma che ha la particolarità di facilitare la lettura di tensioni al di sotto degli 8 volts, premendo uno speciale bottone.

108. **Milliamperometri ed amperometri.** — Ve ne sono di due specie: quelli *magnetici* e quelli *a filo caldo*. Entrambi permettono di controllare i passaggi di corrente attraverso ad un circuito.

Quelli a filo caldo sono specialmente adatti al controllo di correnti ad alta frequenza (per es.: correnti nell'antenna di un trasmettitore).

109. **Ondametro.** — L'ondametro è uno strumento necessario per chi voglia intraprendere seriamente la costruzione di un apparato di T. S. F.

Esso permette di risolvere varî problemi che ora enumereremo.

È basato sul principio della risonanza.

La fig. 118 mostra lo schema di principio di un ondametro.

Il circuito I è costituito da un vibratore *V*, sul tipo di quello d'un campanello elettrico, ma tale da produrre una vibrazione musicale. Esso provoca, attraverso la self *s*, una serie di flussi in senso opposto, dovuti alle interruzioni della corrente costante fornita al circuito dalla batteria da 4 volts.

La bobina *s*, accoppiata alla self *S* del circuito oscillante II, induce in quest'ultimo una serie di impulsi elettrici che dànno origine ad oscillazioni ad alta frequenza, di periodo corrispondente ai valori della self e della capacità del circuito II. Insomma, non si tratta altro che di una minuscola stazione trasmettente a scintilla. La gamma delle frequenze

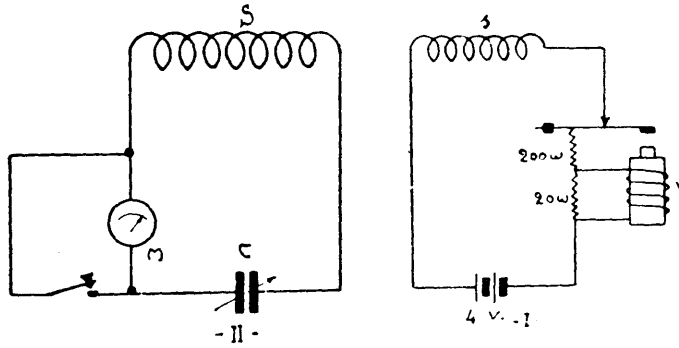


Fig. 118

che possono avere sede nel circuito II è limitata dal valore massimo e minimo della capacità variabile *C* rispetto al valore fisso della self *S*. Questa gamma si può rappresentare con una curva, conoscendo esattamente il valore di *S* ed i valori di *C* corrispondenti alle varie graduazioni del suo quadrante da 0° a 180°, per mezzo della formula di Thomson.

In commercio si trovano selfs e capacità esattamente tarate. Molti costruttori garantiscono il valore di una self ed accompagnano, dietro richiesta, i condensatori variabili, con una curva esprimente i valori della capacità in funzione della graduazione del quadrante.

La self *S* può essere del tipo intercambiabile; sarà possi-

bile, quindi, ottenere la gamma di lunghezza d'onda che si desidera. A tale proposito occorre ricordare la nota relazione: $R^2 < \frac{4L}{C}$.

110. **Uso di un ondametro.** — In possesso di un apparecchio come quello descritto, e debitamente tarato, si possono risolvere i seguenti problemi:

Controllo di una capacità.

Controllo di una self.

Accordo di un ricevitore su di una lunghezza d'onda determinata.

Controllo della lunghezza d'onda di un trasmettitore.

Taramento di un altro ondametro.

CONTROLLO DI UNA CAPACITÀ. — Supponiamo che la capacità x da controllare, sia inferiore al massimo valore della capacità variabile dell'ondametro.

Si mette allora in funzione il vibratore e si accosta l'ondametro al sintonizzatore di un circuito ricevitore qualsiasi a galena od a lampada. Si fa segnare al condensatore dell'ondametro un forte valore di capacità, quindi, indossando il casco del ricevitore, si accorda quest'ultimo in modo da sentire il suono più puro ed acuto. A tal punto, sappiamo che il ricevitore è perfettamente sintonizzato con la frequenza dell'ondametro. Si connette allora, in parallelo con la capacità dell'ondametro, quella che si vuol misurare. L'accordo si perderà e, per rintracciarlo occorrerà, *senza più toccare il ricevitore*, manovrare il bottone della capacità dell'ondametro.

La differenza tra la graduazione primitiva e quest'ultima tradotta in capacità mediante la curva del condensatore dell'ondametro, sarà eguale alla capacità x.

Supponiamo, invece, che la capacità da controllarsi sia maggiore del massimo valore di quella dell'ondametro.

In questo caso, occorre mettere subito in parallelo con il condensatore dell'ondametro un condensatore fisso, di capa-

cità nota, tale che la capacità massima, così raggiunta, superi quella da controllarsi. Il procedimento diviene, quindi, lo stesso.

Questa capacità fissa, se non è nota, potrà essere determinata col metodo precedente se è minore di quella variabile dell'ondametro.

CONTROLLO DI UNA SELF. — Occorre, in questo caso, disporre di una capacità C^1 variabile e tarata, oltre a quella dell'ondametro.

Si pone questa capacità C^1 in parallelo con la self da controllarsi, ed il circuito oscillante così costituito si sostituisce al sintonizzatore del ricevitore precedentemente impiegato. Occorre, in questo caso, assicurarsi che il ricevitore non abbia altri circuiti periodici oltre quello da misurare. Lo schema della figura 119 mostra un tipo di ricevitore adatto allo scopo; in

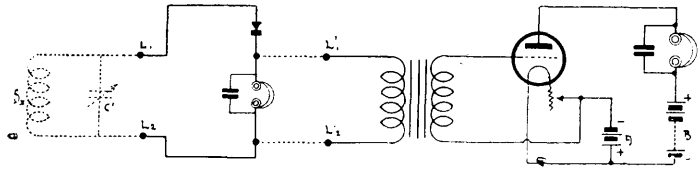


Fig. 119

tale schema è chiaro che il primo telefono sarà tolto quando, per ottenere un suono più intenso, si impieghi l'amplificatore *B . F.*

Ai serrafili L^1 L^2 si connetteranno la self da misurare ed il condensatore tarato, come in figura. Si farà, quindi, segnare al quadrante dell'ondametro un valore di graduazione tale che la lunghezza d'onda emessa sia compresa nella presumibile gamma che potrà ottenersi con la self da controllare.

Indossato il casco si manovrerà C^1 sino ad ottenere un suono puro ed acuto. Accertatisi che al di qua ed al di là di questa posizione di C^1, l'accordo peggiora, non v'è altro che risolvere, con uno dei metodi descritti, la formula di Thomson in funzione della lunghezza d'onda data dall'onda-

metro e della capacità nota. (Nel determinare la graduazione dell'ondametro, per la quale il suono è più forte, sarà bene chiudere gli occhi per non subire nessuna suggestione).

Perchè questa misura riesca abbastanza precisa, tanto da esser sufficiente in pratica, occorre che l'accoppiamento tra ondametro e self da controllare sia molto lasco. Ripetendo la stessa operazione per alcuni valori differenti della capacità C^1 si verificherà l'esattezza del risultato.

ACCORDO DI UN RICEVITORE SU DI UNA LUNGHEZZA D'ONDA DETERMINATA. — L'operazione è simile a quella eseguita per misurare una capacità. Si fa segnare all'ondametro la lunghezza d'onda voluta, quindi, mantenendo un accoppiamento lasco tra i varî circuiti, si accorda il ricevitore al suono.

ACCORDO DI UN TRASMETTITORE SU DI UNA LUNGHEZZA D'ONDA DETERMINATA. — In questo caso non entra in giuoco la cicalina dell'ondametro; occorre inserire nel circuito II dell'ondametro, ad esempio, un milliamperometro a filo caldo od una lampadina tipo tascabile.

Quando — accoppiando l'ondametro in modo abbastanza lasco al trasmettitore, e manovrando il condensatore C — il milliamperometro segnerà il massimo valore, o la lampadina raggiungerà il massimo splendore, la graduazione del condensatore dell'ondametro, tradotta in lunghezza d'onda, indicherà quella del trasmettitore.

TARAMENTO DI UN ONDAMETRO CON UN ALTRO ONDAMETRO. — Supponiamo di aver costruito un ondametro e di volerlo tarare. Occorre, in questo caso, disporre di un ondametro campione o, comunque, di un ondametro abbastanza preciso.

Si metterà in funzione quest'ultimo, accoppiando, in modo abbastanza lasco, la bobina di questo con quella dell'ondametro da tarare.

Se l'ondametro da tarare comporta un circuito rivelatore aperiodico, munito di telefono ed accoppiato al circuito II, col metodo del suono, in corrispondenza delle varie λ indicate dall'ondametro campione, sarà possibile compilare una

curva od una tabella che, in funzione delle graduazioni del condensatore *C*, dell'ondametro da tarare e delle bobine impiegate, darà la lunghezza d'onda corrispondente.

111. **Costruzione di un ondametro.** — La fig. 120 mostra lo schema pratico di un ondametro che può funzionare sia alla trasmissione che alla ricezione; che, cioè, permette, fun-

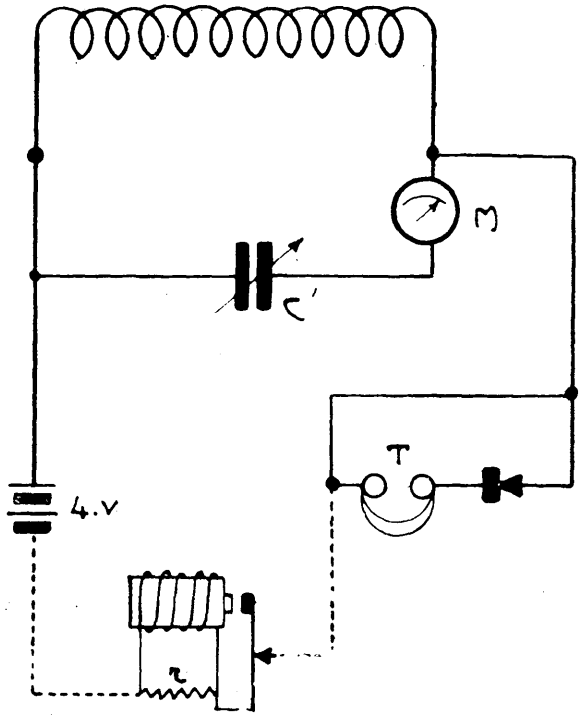


Fig. 120

zionando il vibratore, di emettere una oscillazione smorzata di frequenza nota, e, al contrario, arrestando il vibratore ed innestando un telefono, permette di accordarsi su una trasmissione di frequenza sconosciuta che si vuole determinare.

La self sarà del tipo intercambiabile e dovrà esser costruita in modo che le spire abbiano un diametro non inferiore ai 15 cm. Così pure la capacità variabile *C* sarà munita di serrafili esterni in modo da poter eseguire le misure di capacità ed anche in modo da poter aggiungere, in parallelo, una capacità fissa, nota, che permetta di aumentare la gamma dell'ondametro senza, per questo, ricorrere a self troppo elevate.

Le altre misure, inerenti alla elettrotecnica generale, le rimandiamo ai trattati speciali.

Il circuito oscillante di questo ondametro potrà realizzarsi ottimamente, impiegando un variometro F. A. R.

112. **Eterodina**. — Il montaggio della fig. 36 si presta assai bene per la realizzazione di una eterodina. Un condensatore variabile, in derivazione sulla bobina di placca, sostituisce l'antenna di questo minuscolo trasmettitore a triode. Volendo, si può inserire nel circuito di placca, una bobina costituita da poche spire per accoppiarla col circuito antenna-terra.

Per esplorare una grande gamma di lunghezze d'onda, occorrerà rendere le bobine di griglia e di placca, intercambiabili. Il loro accoppiamento deve essere molto serrato. Se le due bobine sono del tipo a fondo di paniere, la distanza tra di esse sarà di cm. 0,5 al massimo. Con un poco di tentativi non sarà difficile, al costruttore, di stabilire i rapporti tra le self di placca e di griglia. Volendo controllare la produzione di oscillazioni, basta inserire nel circuito di griglia un milliamperometro termico od elettromagnetico.

La tensione della batteria *B* sarà di 40 ÷ 80 volts. Quella della batteria *A* di 4 volts. La lampada sarà del tipo normale da ricevitore. Il condensatore sarà del tipo « Compound ». Non è necessario il reostato di accensione.

CAPITOLO VI

REALIZZAZIONE DEI CIRCUITI DI ASSORBIMENTO

113. **Circuito antenna-terra.** — Abbiamo più volte accennato, nel corso di questo volume, sia all'antenna per trasmissione e per ricezione, che al quadro.

Il successo di un apparato ricevitore dipende, in gran parte, dal circuito d'assorbimento al quale è connesso.

Riassumendo tutte le considerazioni già fatte nei riguardi delle antenne, possiamo concludere che una buona antenna ricevente dovrà:

a) Esser bene isolata dai supporti di ancoraggio con isolatori in porcellana tipo « Vedovelli » o simili, in modo che l'umidità non la connetta alla terra.

b) Esser situata in località libera e, possibilmente, non vicina ad alberi, fili telegrafici, telefonici ed a costruzioni metalliche.

c) Trovarsi ad una altezza non inferiore a 10-15 m. dal suolo o dal tetto di un edificio o, comunque, da tutto ciò che è connesso con il suolo. Se non fosse possibile evitare la prossimità di altri conduttori, fare in modo che l'antenna non risulti ad essi parallela.

d) L'apparato ricevitore dovrà trovarsi, inoltre, assai vicino alla terra e la *discesa* dall'antenna all'apparecchio non dovrà seguire cammino tortuoso facendo dei gomiti.

e) La presa di terra migliore sarà costituita da un rettangolo di rete di rame di m. 6 × 3 affondato al di sotto dell'antenna, e quindi del ricevitore, in suolo preferibilmente umido e ad una profondità di m. 1÷1,50.

Se il terreno fosse molto asciutto, prima di adagiare la rete di rame nel proprio scavo, sarà utile ricoprirne il fondo

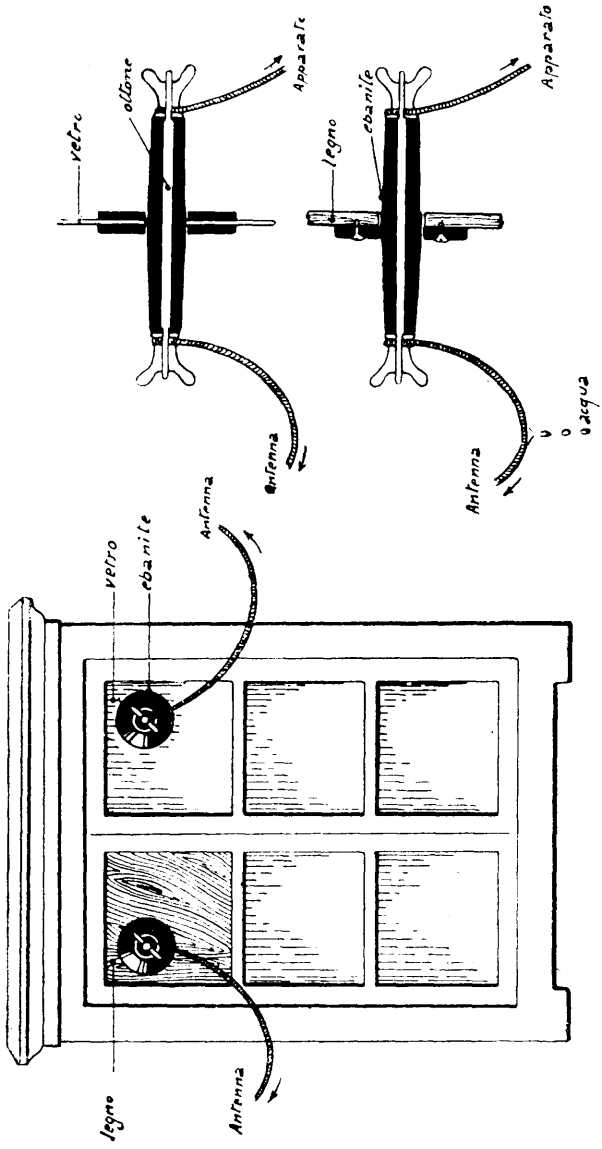

vetro
ottone
Apparato
legno
ebanite
Apparato
Antenna
Antenna
o
o
o acqua
vetro
ebanite
Antenna
legno
Antenna

Fig. 121

con uno strato di 2 cm. di carbonella di legna. Dopo aver disteso su questo strato la rete di rame, si farà passare il conduttore (che dovrà esser saldato alla rete) entro un tubo di ferro che, sporgendo oltre il livello del suolo, permetterà, di quando in quando, di inumidire il carbone. Perchè l'operazione riesca bene, sarà utile costruire, con dei mattoni, una cella al piede del tubo, che impedirà alla terra di ammassarsi sull'orifizio inferiore, ostacolando l'uscita rapida dell'acqua.

Non potendo, per una ragione qualsiasi, disporre di una terra come quella descritta, si potrà ricorrere al ripiego di saldare il filo di terra ad una condotta d'acqua, assicurandosi che questa condotta non provenga da recipienti superiori all'edificio, oppure ad una condotta di gaz o, nel peggiore dei casi, ad un tubo di termosifone.

Per poter saldare il filo ad una condotta d'acqua occorre vuotarla temporaneamente.

Il tipo più conveniente di antenna per ricezione è quello a *V* o, meglio ancora, quello costituito da due o tre fili paralleli, distanti almeno 1 m. l'uno dall'altro, e disposti orizzontalmente. La discesa dell'antenna, (coda), si troverà ad uno dei due estremi, e sarà, possibilmente, verticale.

La migliore orientazione per un'antenna siffatta sarà quella per la quale, la stazione che si preferisce ricevere, si troverà sul prolungamento dell'antenna e dalla parte opposta dell'estremo isolato, cioè dalla stessa parte del ricevitore.

Il conduttore, che penetra nell'interno dell'ambiente nel quale si trova il ricevitore, sarà, preferibilmente, uno di quei conduttori impiegati per connettere i magneti d'automobile con le candele del motore.

I fili che costituiscono la parte attiva dell'antenna saranno in bronzo fosforoso, preferibilmente a treccia, e del diametro di $^{20}/_{10}$ almeno.

L'entrata dell'antenna in un edificio dovrà essere perfettamente isolata. La fig. 121 rappresenta due sistemi consigliabili per l'ingresso della discesa d'un antenna, nell'interno di un edificio.

114. **Dimensioni e caratteristiche di un'antenna.** — Una antenna deve essere, entro limiti abbastanza vasti, appropriata alla ricezione; deve, cioè, permettere di essere accordata sulla lunghezza d'onda minima che si vuol ricevere.

Abbiamo visto che la lunghezza minima per cui può vibrare un'antenna unifilare isolata, ai propri estremi, è eguale al doppio della sua lunghezza:

a) $\lambda = 2\ L$ (L = lunghezza antenna e discesa).

Un'antenna unifilare, isolata ad un solo estremo e connessa alla terra con l'altro estremo, può vibrare per una lunghezza d'onda pari al quadruplo della lunghezza dell'antenna, più la discesa:

b) $\lambda = 4\ L$.

Per antenne orizzontali multifilari le lunghezze d'onda proprie sono un poco maggiori rispettivamente di 2 o 4 L. Per queste antenne si può ammettere, nella pratica, che la lunghezza d'onda propria, nel caso di un'antenna connessa alla terra, sia di 5-6 volte la lunghezza totale dell'antenna.

Nel calcolare le selfs dei sintonizzatori occorre tener presente la lunghezza d'onda propria dell'antenna.

In generale, un'antenna orizzontale, costituita da due fili paralleli, distanti di metri $1 \div 1{,}50$ e lunghi ciascuno m. 40, ed elevata di m. 15 dal suolo, sarà sufficente per scendere fino a $\lambda = 300$ m.

La fig. 122 rappresenta un dettaglio di antenna orizzontale che può essere assicurata tra due pali o tra due edifici o tra un edificio ed un altro supporto qualsiasi.

115. **Quadro.** — Il quadro, come abbiamo già detto, si può considerare come il secondario di un trasformatore di Tesla il cui primario è rappresentato dal circuito antenna-terra del trasmettitore. Esso non è altro che una bobina di self di grandi dimensioni, realizzata bobinando il filo su di un supporto isolante (legno laccato od ebanite), come in fig. 49. (Parte III).

L'orientazione del quadro si ottiene per mezzo di un

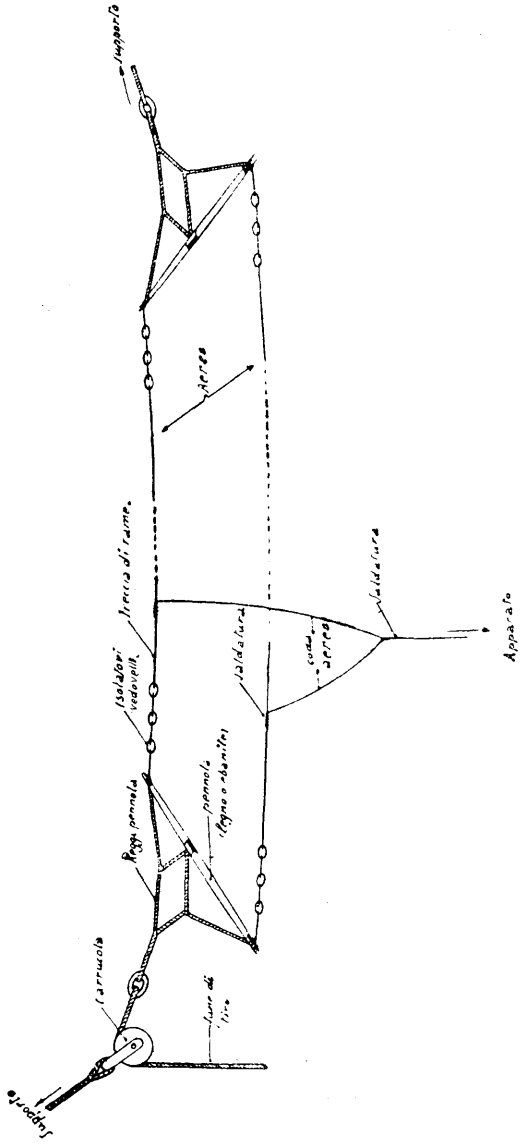

Supporto
Aereo
Treccia di rame.
Isolatori vedovelli.
Saldatura
Saldatura
coda aereo
Apparato
Regge pennola
pennola (legno o ebanite)
Carrucola
Supporto

Fig. 122

perno su cui è fissato il quadro stesso. Un sistema molto pratico è quello di bobinare il quadro in spirale piatta, su di una porta, che ne permetterà la facile orientazione, poichè, per esplorare tutto il quadrante di 360°, basta una rotazione di 180°.

I due estremi del conduttore di un quadro vanno connessi al ricevitore come la self di un circuito antenna-terra, o di un montaggio Oudin, o come il secondario di un Tesla; tutti i montaggi descritti sono, quindi, suscettibili di essere impiegati con quadro; la figura 81 rappresenta due schemi di montaggio per quadro.

Volendo aumentare la lunghezza d'onda propria di un quadro, si può inserire, nel suo circuito, una bobina di self che potrà essere anche impiegata per accoppiarvi una bobina di retroazione.

Una bobina posta in derivazione sul quadro, ne diminuisce la self secondo le leggi già accennate (self risultante = inverso della somma degli inversi).

Volendo calcolare un quadro bobinato su di un supporto quadrato, si può impiegare la formula seguente:

$$L \text{ (in cm. } C.\ G.\ S.) = 8 \,.\, a \,.\, n\ (S_1 + S_2) \quad (18)$$ [1]

dove a = lato del quadrato; n = numero delle spire; S_1 ed S_2 = dati tabulari. La tabella IX fornisce i valori di S_1 in corrispondenza dei rapporti tra il lato a del quadrato ed il raggio ρ del filo utilizzato. La tabella X fornisce il valore di S_2 in corrispondenza dei rapporti tra la distanza g tra le spire ed il lato a, per i vari n.

Volendo, quindi, verificare la self di un quadro costituito, per esempio, da due spire di filo da 0,80 d. s. c., distanti cm. 1 e bobinate su un quadrato di 3 m. di lato, si avrà: $L = 8 \times 300 \times 2\ (8{,}2 + 5)$ = circa 63 microhenrys.

Un quadro da 4 ad 8 spire si presterà assai bene per la ricezione delle piccole lunghezze d'onda. Il suo lato sarà di almeno m. 3.

---

(1) Dalla rivista *La T. S. F. moderne*, 11, Avenue de Saxe, Paris.

Per quadri bobinati a spirale piatta (fig. 49), la formula da applicarsi è la seguente:

$$L \text{ (cm. } C.\ G.\ S.) = 8\ a \cdot n\ (S_1 + S_3)\ ^{(1)} \qquad (19)$$

dove a = lato della spira media, mentre le altre lettere hanno lo stesso significato della formula precedente. S_3 è dato dalla tabella XI.

Nelle due formule le dimensioni sono, naturalmente, in cm.

Queste formule si possono impiegare per la verifica di bobine ad un solo strato, di forma quadrata.

TABELLA IX.

Valori di S_1

$\frac{a}{\rho}$	S_1	$\frac{a}{\rho}$	S_1	$\frac{a}{\rho}$	S_1	$\frac{a}{\rho}$	S_1	$\frac{a}{\rho}$	S_1
20	2,472	80	3,858	180	4,669	600	5,873	2.000	7,077
30	2,877	90	3,976	200	4,774	700	6,027	3.000	7,483
40	3,165	100	4,081	300	5,180	800	6,161	4.000	7,770
50	3,388	120	4,264	400	5,467	900	6,278	5.000	7,993
60	3,570	140	4,418	500	5,691	1.000	6,383	10.000	8,690
70	3,724	160	4,551						

TABELLA X.

Valori di S_2

n	Valore di $\frac{g}{a}$							
	0,002	0,004	0,006	0,008	0,01	0,02	0 03	0,04
2	5,44	4,75	4,36	4,06	3,84	3,16	2,76	2,49
3	10,43	9,04	8,26	7,67	7,23	5,87	5,08	4,55
4	15,09	13,02	11,84	10,96	10,30	8,27	7,10	6,31
5	19,52	16,75	15,19	14,02	13,14	10,45	8,90	7,86
6	23,75	20,32	18,34	16,88	15,79	12,44	10,52	9,24
7	27,81	23,69	21,33	19,59	18,27	14,28	11,99	10,47
8	31,74	26,94	24,19	22,16	20,63	16,00	13,35	11,60
9	35,55	30,67	26,92	24,60	22,87	17,59	14,60	12,63
10	39,24	33,09	29.56	26,96	25,01	19,11	15,77	13,58
11	42,84	36,01	32.09	29,21	27,05	20,53	16,85	14,45
12	46,36	38,86	34,56	31,39	29,02	21,89	17,88	15,26
13	49,77	41,60	36,92	33,43	30,90	23,18	18,82	16,00
14	53,12	44,28	39,21	35,44	32,71	24,39	19,71	16,69
15	56,40	46,89	41,44	37,39	34,46	25,54	20,55	17,33
16	59,62	49,44	43,61	39,28	36,15	26,65	21,33	17,89
17	62,78	51,93	45,73	41,12	37,79	27,71	22,08	18,45
18	65,88	54,36	47,78	42,89	39,37	28,71	22,78	18,97
19	68,92	56,74	49,78	44,62	40,90	29,68	23,46	19,44
20	71;92	59,07	51,74	46,30	42,39	30,61	24,10	19,89
21	74,86	61,36	53,65	47,94	43,84	31,50	24,71	20,32
22	77,76	63,59	55,52	49,54	45,24	32,36	25,23	20,70
23	80,63	65,80	57,33	51,11	46,62	33,20	25,91	21,07
24	83,38	67,92	59,15	52,58	47,91	33,95	26,37	21,37
25	86,21	70,03	60,85	54,06	49,20	34,72	26,80	21,66

TABELLA XI.

Valori di S_3

n	Valori di $\frac{g}{a}$				
	0,002	0,004	0,01	0,02	0,04
2	5,44	4,76	3,90	3,18	2,49
3	10,43	9,05	7,21	5,85	4,49
4	15,09	13,02	10,23	8,24	6,23
5	19,50	16,76	13,10	10,38	7,71
6	23,74	20,29	15,73	12,35	9,06
7	27,79	25,63	18,20	14,15	10,26
8	31,71	26,91	20,54	16,83	11,34
9	35,51	30,02	22,75	17,39	12,31
10	39,20	33,04	24,88	18,90	13,19
11	42,79	35,94	26,89	20,26	13,99
12	46,30	38,78	28,83	21 58	14,76
13	49,72	41,51	30,68	22 79	15,46
14	53,06	44,17	32,45	23,95	16,10
15	56,32	46,76	34,17	25,08	16,78
16	59,54	49,30	35,85	26,15	17,42
17	62,69	51,67	37,43	27,11	17,89
18	65,76	54,18	39,02	28,10	18,33
19	68,80	56,54	40,49	29,02	19,03
20	71,78	58,87	41,93	29 89	19,39
21	74,72	61,12	43,32	30,70	19,95
22	77,60	63,34	44 65	31,50	20,44
23	80,46	65,53	46,06	32,32	20,97
24	83,22	67,62	47,26	33,03	21,44
25	85,96	69,71	48,51	33,73	21,91

APPENDICI

APPENDICE I

COGNIZIONI E DATI COMPLEMENTARI

116. **Materiale da utilizzarsi nella costruzione di un ricevitore.** — La figura 109 e la fig. 123 [1] rappresentano il prospetto, la sezione e l'interno di alcuni tipi di apparati ricevitori che possono guidare il costruttore, sia dal punto di vista estetico, sia dal punto di vista della disposizione e connessione degli organi vitali.

Se i triodi sono disposti internamente all'apparato, sarà utile praticare dei fori sul pannello esterno, in loro corrispondenza, in modo da poterne controllare l'accensione.

Ogni organo attraversato da corrente sarà fissato ad un supporto di ebanite o di bakelite. Così pure sarà di bakelite, o meglio di ebanite, il pannello su cui vanno fissati i bottoni di maneggio ed i serrafili.

Le connessioni degli organi interni saranno cortissime e, possibilmente, non saranno parallèle.

La fig. 124 rappresenta alcuni tipi di bottoni di maneggio e di serrafili.

La figura 125 rappresenta due tipi di jacks e relativa spina, molto utili per il rapido passaggio dalla ricezione con un determinato numero di triodi, alla ricezione con un numero superiore.

Lo schema di fig. 107 mostra chiaramente l'impiego di questi jacks. Più precisamente, innestando la spina, connessa al telefono o diffusore, nel primo jacks di sinistra (tipo *a*, a doppia rottura) dello schema 107, si escludono i due triodi a *B* . *F* e si riceve con la sola amplificazione a radio frequenza.

---

(1) Dalla *Radio in the home*, 608 Chestnut Str., Philadelphia, U. S. A.

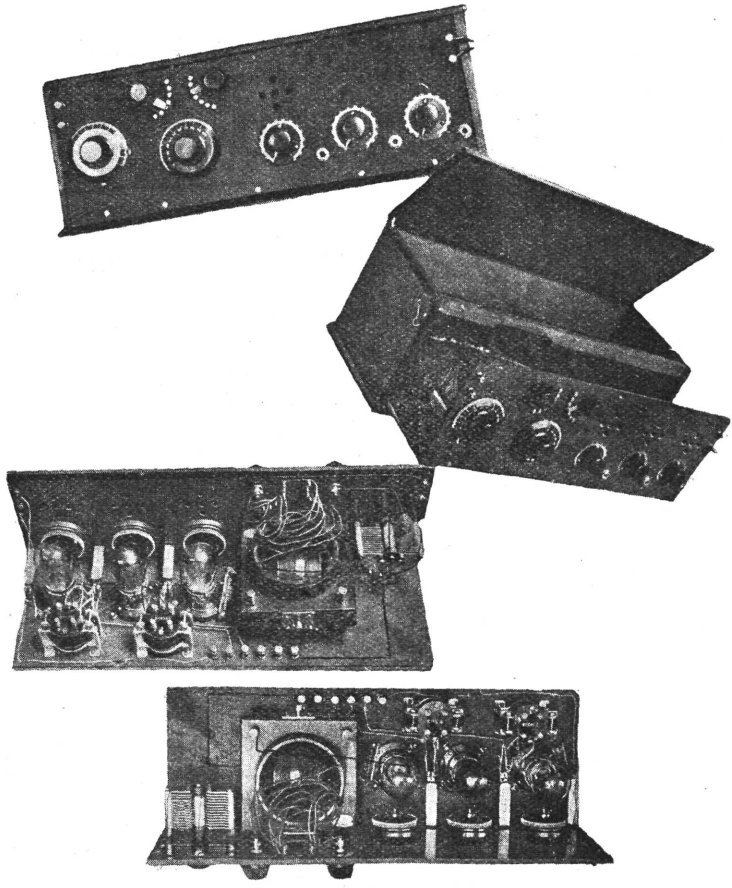


Fig. 123

Innestando la spina nel secondo jacks tipo *a*, si include il primo stadio *B . F*, ed infine, innestando la spina nel terzo

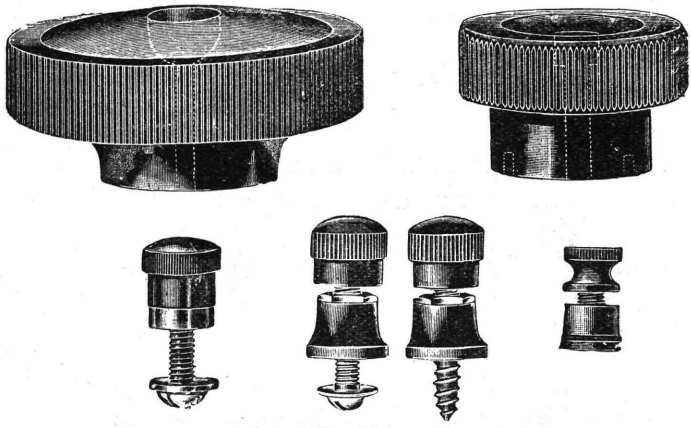


Fig. 124

jacks (tipo *b*, a semplice rottura), si riceve con la massima

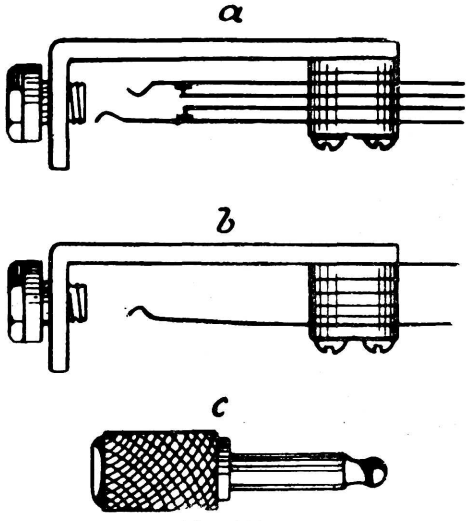


Fig. 125

amplificazione, includendo automaticamente il secondo stadio *B . F*.

La fig. 126 rappresenta una spina ed un jacks F. A. R.

Infine, le connessioni tra i varî organi interni di un apparato dovranno essere, preferibilmente, saldate a resina e con stagno fino. La fig. 127 rappresenta un saldatore elettrico F. A. R. molto pratico per eseguire simili saldature. La fig. 128 indica come si eseguisce l'operazione di saldatura delle connessioni interne.

La fig. 129 rappresenta due schemi di montaggio a carattere dimostrativo, per rendere più comprensibile la disposizione degli organi.

Il primo è relativo ad un montaggio con quadro, ed il secondo ad un montaggio su antenna.

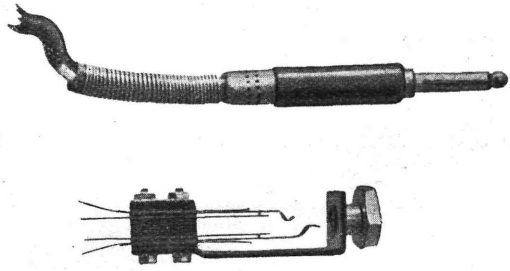


Fig. 126

117. **Collaudo e regolaggio di un ricevitore.** — Nel costruire un ricevitore, qualunque esso sia, occorre seguire un certo metodo.

Supponiamo che si tratti di un ricevitore come quello dello schema 108. Dopo aver costruite le selfs, il «variocoupler», i variometri, i reostati, il potenziometro, ecc., si partirà dal montaggio del triode rivelatore con retroazione.

Su di un tavolo di prova si realizzerà, perciò, il montaggio della fig. 105*a* sostituendo alla reazione su antenna il variometro di placca.

Eseguite le connessioni a dovere, dopo esserci assicurati, mediante un voltmetro, che le tensioni sono quelle volute, si innesterà il telefono e si percuoterà con un dito il triode

acceso. Se non si ode nessuna sonorità nel casco, occorre verificare novamente le connessioni; se la sonorità non si verifica ancora sarà bene scegliere un altro triode.

Non appena il triode rende questa sonorità, si inizierà la manovra degli organi di accordo per ricercare una delle tante trasmissioni a scintilla che di giorno e di notte... purtroppo non mancano. Individuata una di queste trasmissioni, si perfezionerà l'accordo e, quindi, si manovrerà il bottone della retroazione per intensificare la comunicazione. Se la retroazione *innesca* bene, la trasmissione dovrà intensificarsi e giungere ad un massimo. A tal punto, modificando ancora il regolaggio della retroazione, la trasmissione perderà la sua limpidezza, diverrà *soffiata*, e, finalmente, si udrà nel casco una specie di *toc*, come se il suono si *sganciasse*. Questa parola, in se stessa, non è adatta, ma l'esperimentatore si accorgerà che rende abbastanza bene l'idea. Se questo fenomeno si verifica per ogni regolaggio del ricevitore, vorrà dire che la reazione funziona bene, altrimenti si comincerà con l'invertire le connessioni della retroazione. Se non si ode ancora nulla, si modificheranno l'accensione del triode o la tensione di placca; infine, se l'innesco non avviene, occorrerà modificare le caratteristiche della retroazione, ponendole, se occorre, in derivazione, una capacità fissa da $c = 0{,}001 \div 0{,}002$, o meglio, una capacità variabile.

Se il costruttore ha realizzato da sè la capacità e la resistenza di griglia, sarà necessario controllare, con tentativi, il loro valore ottimo.

Ottenuto un buon risultato, si comincia ad aggiungere, secondo lo schema 108 uno sta-

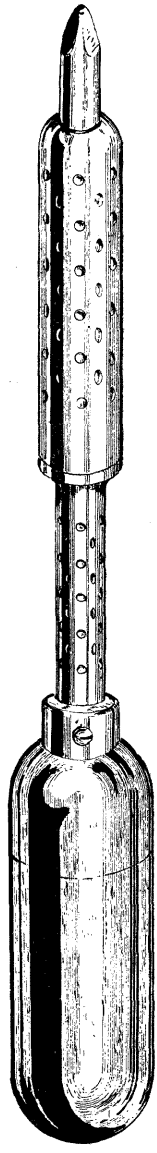


Fig. 127

dio a radio-frequenza e si ripetono le operazioni anzidette controllando se, a parità degli altri fenomeni, ha luogo una certa amplificazione del segnale che, in ogni modo, non sarà mai molto sensibile.

Ultimata questa seconda operazione, si passa al secondo stadio a radio-frequenza. Assicuratisi del suo buon funzionamento, si aggiunge il primo stadio *B . F.*

A tal punto, la sonorità dell'apparato aumenterà notevolmente. Una piccola percossa al piano su cui poggia l'appa-

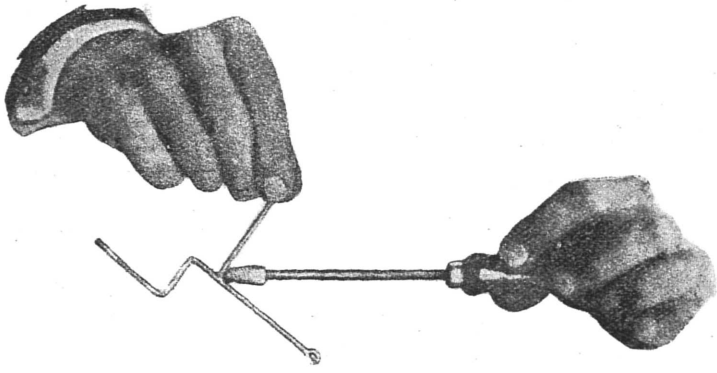


Fig. 128

recchio, dovrà provocare, nel telefono, un notevole suono di *campana*. Accertatisi che tutto funziona, si aggiunge, infine, il secondo stadio *B . F.* La sonorità dovrà essere, a questo punto, notevolissima. Se il costruttore è munito di ondametro, prima di cercare qualche comunicazione, dovrà controllare la gamma di lunghezze d'onda esplorabile col proprio apparecchio; per questo, nel caso considerato, sarà bene connettere il telefono sulla placca del triode rivelatore escludendo la *B. F.* Disponendo, allora, il proprio ondametro a m. 2 circa dall'apparecchio, si regolano al minimo gli organi di accordo e quindi, messa in funzione la cicalina dell'ondametro, si manovra il suo condensatore sino ad udire nel telefono il suono più forte e più nitido; per questo è bene che la reazione non sia *stretta*.

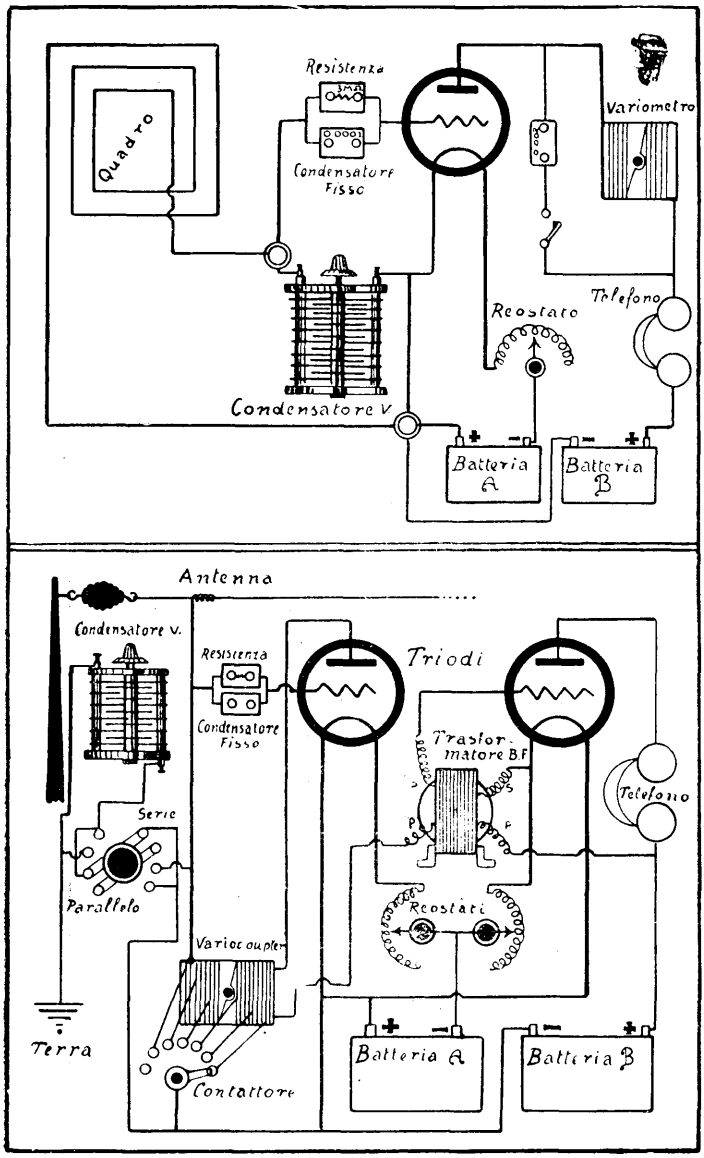

Quadro
Resistenza
Condensatore Fisso
Variometro
Telefono
Reostato
Condensatore V
Batteria A
Batteria B
Antenna
Condensatore V.
Resistenza
Condensatore Fisso
Triodi
Trasformatore B.F.
Telefono
Serie
Parallelo
Reostati
Variocoupler
Terra
Contattore
Batteria A
Batteria B

Fig. 129

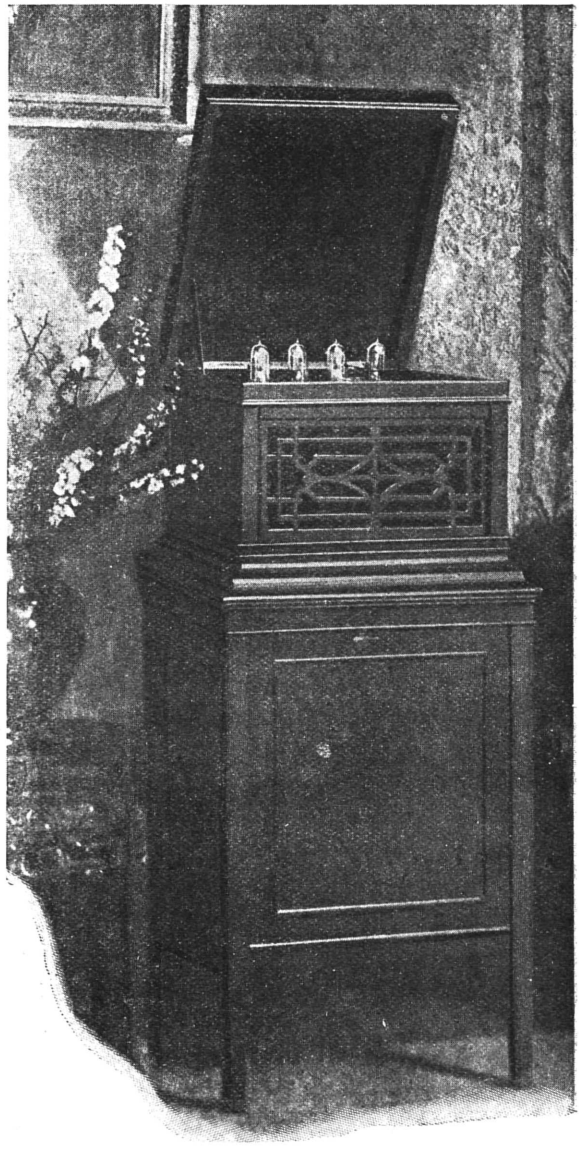


Fig. 130

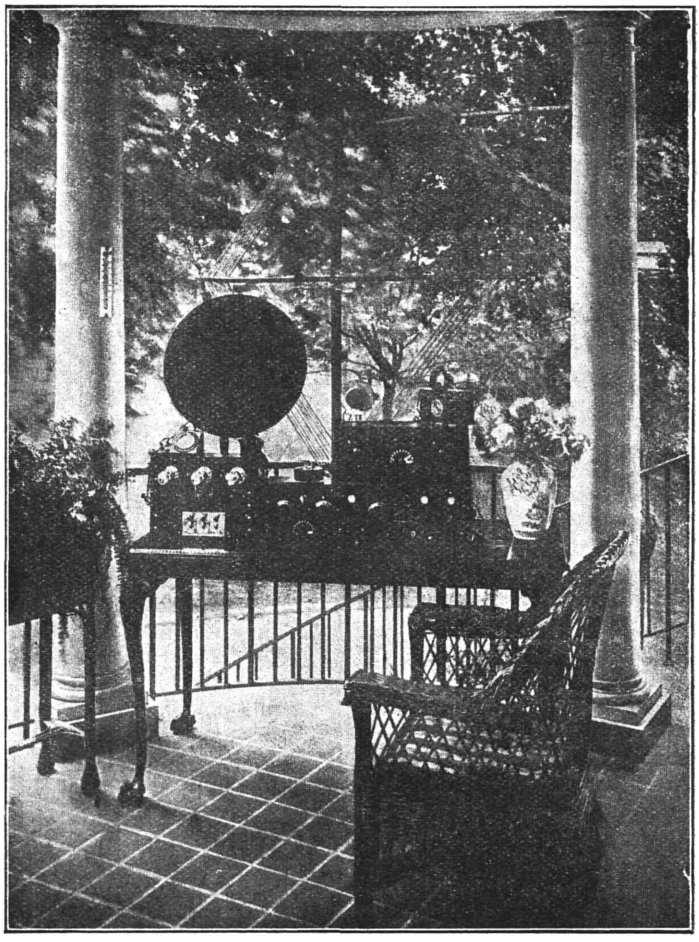


Fig. 131

Controllata, così, l'onda minima, si ripete la stessa operazione per l'onda massima.

Se il costruttore non possiede ondametro, non gli resterà altro che ricercare trasmissioni di lunghezza d'onda a lui nota ed utilizzarle per controllare la gamma esplorabile col proprio apparato.

I consigli dati a proposito dell'apparato di paragrafo 108 serviranno di guida per gli altri montaggi. Per il rivelatore a galena occorre notare che, per il buon rendimento, è neces-

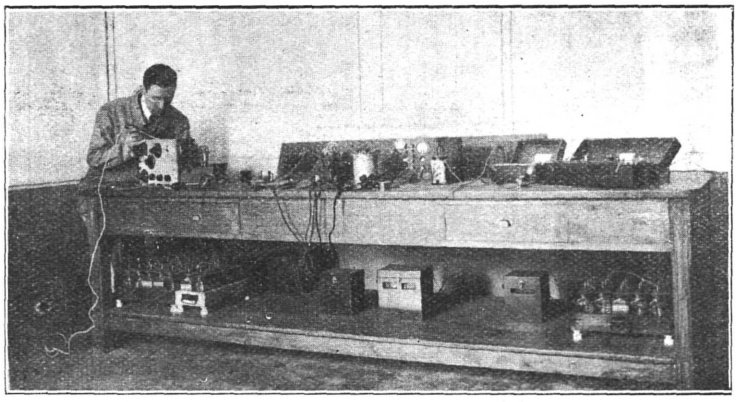


Fig. 132

sario ricercare, con la punta esploratrice, il punto più sensibile del cristallo. Un urto, anche piccolo, potrà far perdere il regolaggio. L'ondametro, o comunque una cicalina, saranno molto utili per questa ricerca.

Quando si sia soddisfatti del proprio montaggio sul tavolo di prova, si potrà organizzare l'apparato definitivo e dargli una forma pratica ed elegante. Ad apparato ultimato, può darsi che i risultati non siano gli stessi; occorrerà perciò verificare novamente le connessioni e modificarne, eventualmente, la disposizione. Le fig. 130 e 131 rappresentano eleganti forme di apparati ricevitori. (1)

---

(1) Dalla *Radio in the home*, 608 Chestnut Str., Philadelphia, U. S. A.

Le fig. 132, 133, 134, rappresentano vedute di alcuni reparti della Società F. A. R., una moderna industria radiofonica sorta a Livorno in questi ultimi tempi.

Più precisamente la fig. 132 rappresenta uno dei banchi di prove e misure del laboratorio tecnico. La fig. 133 un angolo della officina addetta alla realizzazione dei modelli. La fig. 134 rappresenta invece uno dei capannoni delle Officine O, E, V. che producono in esclusiva il materiale F. A. R. e più precisamente quello adibito alle macchine automatiche per filettare e tornire ed alle presse eccentriche per lo stampaggio. I fogli che si vedono sono fogli di ferro al silicio per i nuclei dei trasformatori.

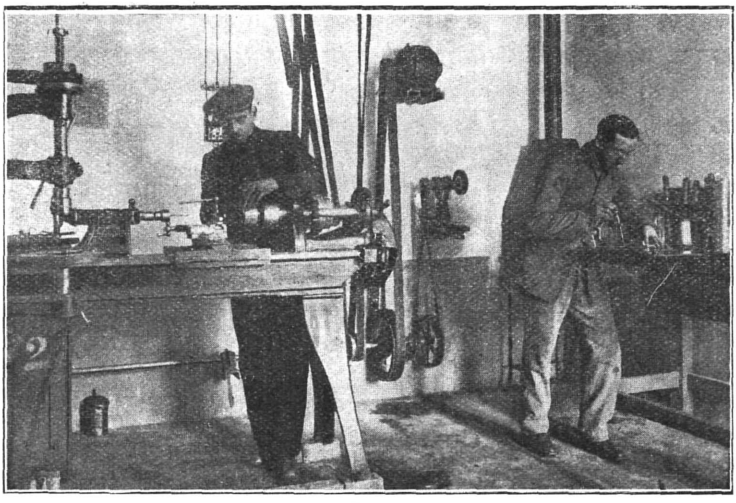


Fig. 133

118. **Ricerca della radiotelefonia.** — Quando l'apparato è perfettamente in ordine, e se il costruttore avrà vinto... ogni tentazione intempestiva, potrà, finalmente, tentare la ricezione del «Broadcasting». Supponiamo che si tratti di un «Broadcasting» lontano, cioè di Londra o della Tour Eiffel. Regolati i bottoni di manovra in una posizione che corri-

sponda, presso a poco, alla lunghezza d'onda desiderata, si comincia col manovrare il bottone od i bottoni del sintonizzatore, sino a scoprire un fischio piuttosto acuto.

Se si tratta della radiotelefonia, e non di altre cause, manovrando uno dei bottoni a destra ed a sinistra si udranno due fischi eguali, separati da una zona di silenzio. Si disporrà, allora, l'indice del bottone in modo che la linea di fede corri-

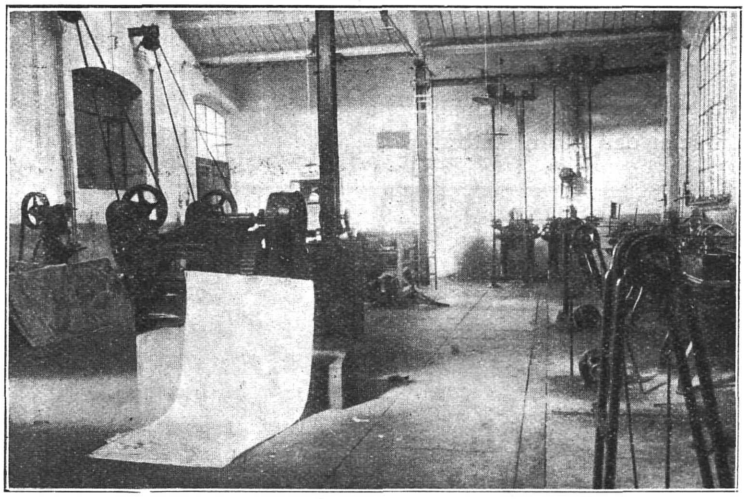


Fig. 134

sponda al centro di questa zona di silenzio. Si ripeterà l'operazione per tutti gli altri organi di manovra, partendo dall'accordatore per giungere all'ultimo stadio a radio-frequenza, se esiste. Ci si assicura di nuovo che gli organi precedenti siano nella posizione voluta, ritoccando, se occorre, il loro regolaggio, e si passa, quindi, alla retroazione. La sua manovra scoprirà la radiotelefonia se... non si è scoperta prima. Regolata la retroazione al giusto valore, si ritoccheranno i regolaggi precedenti, l'accensione dei triodi ed il potenziometro, se esiste.

È necessario ricordare che la retroazione non deve mai esser troppo serrata, poichè l'amplificazione a lei dovuta va a scapito della chiarezza dei suoni.

Nel caso della ricerca della radiotelefonia della Tour Eiffel è utile accordare il proprio apparato, in precedenza, sui segnali orarî che hanno la stessa lunghezza d'onda. Lievi ritocchi al regolaggio permetteranno, all'ora voluta, di individuare la radiofonia.

119. **Principali unità di misura elettrica e loro simboli.**

Lunghezza d'onda: si esprime in metri ed il simbolo è λ.

Tensione: si esprime in volts ed il suo simbolo è V. I suoi sottomultipli sono:

il *millivolt* $= {}^1/_{1000}$ di $V. = 10^3\, V$.

il *microvolt* $= {}^1/_{1\,000\,000}$ di $V = 10^{-6}\, V$.

Intensità: si esprime in *ampères* ed il suo simbolo è A. I suoi sottomultipli sono:

il *milliampère* $= {}^1/_{1000}$ di $A = 10^3\, A$.

il *microampère* $= {}^1/_{1\,000\,000}$ di $A = 10^{-6}\, A$.

Resistenza: si esprime in *ohms* ed il suo simbolo è ω. I suoi sottomultipli sono:

il *microhom* $= {}^1/_{1\,000\,000}$ di $\omega = 10^6\, \omega$.

I suoi multipli sono:

il *megahom* $= 1.000.000$ di $\omega = 10^6\, \omega$ ed il suo simbolo è Ω.

Capacità: si esprime in cm. *C.G.S.* nel sistema così detto *elettromagnetico*; si esprime in *Farad* nel sistema così detto *pratico*.

Il *Farad* è $= 9 \times 10^5$ cm. *C.G.S.* ed il suo simbolo è F. I suoi sottomultipli sono:

il *microfarad* $= {}^1/_{1\,000\,000}$ di $F. = 10^6\, F$ ed il suo simbolo è *m.f.d.*

il *millimicrofarad* $= {}^1/_{1000}$ di *Farad* $= 900$ cm. *C.G.S.*

Self induttanza: si esprime in cm. *C.G.S.* nel sistema elettromagnetico; si esprime in *henrys* nel sistema pratico.

L'*Henry* è $= 10^9$ cm. *C.G.S.* ed il suo simbolo è H. I suoi sottomultipli sono:

il *millihenry* $= {}^1/_{1000}$ di *henry* $= 10^6$ cm. *C.G.S.*

il *microhenry* $= {}^1/_{1\,000\,000}$ di *henry* $= 10^3$ cm. *C.G.S.*

TABELLA XII.

120. Diametro in mm. dei vari conduttori nelle varie scale.

Numero	Scala Inglese British Standard Wire Gauge S. W. G.	Scala Americana Brown & Sharpe B. S. W.	Scala di Birmingham B. W. G.	Scala di Parigi
0 000 000	12,5	—	—	—
000 000	11,6	—	—	—
00 000	10,8	—	—	—
0 000	10,0	11,68	—	—
000	9,3	10,40	10,79	—
00	8,7	9,27	9,65	—
0	8,1	8,25	8,64	—
1	7,5	7,35	7,62	0,6
2	6,9	6,54	7,21	0,7
3	6,3	5,83	6,58	0,8
4	5,8	5.19	6,05	0,9
5	5,3	4,62	5,59	1,0
6	4,8	4,11	5,16	1,1
7	4,4	3,66	4,57	1,2
8	4,0	3.26	9,19	1,3
9	3,8	2,91	3,76	1,4
10	3,2	2,59	3,40	1,5
11	2,9	2,30	3,05	1,6
12	2,6	2,05	2,77	1,8
13	2,3	1,83	2,41	2,0
14	2,0	1,63	2,11	2,2
15	1,8	1,54	1,83	2,4
16	1,6	1,29	1,65	2,7
17	1,4	1,15	1,47	3,0

Numero	Scala Inglese British Standard Wire Gauge S. W. G.	Scala Americana Brown & Sharpe B. S. W.	Scala di Birmingham B. W. G.	Scala di Parigi
18	1,2	1,02	1,24	3,4
19	1,0	0,90	1,07	3,9
20	0,9	0,81	0,89	4,4
21	0,8	0,72	0,81	4,9
22	0,7	0,64	0,71	5,4
23	0,6	0,57	0,64	5,9
24	0,55	0,51	0,56	6,4
25	0,50	0,45	0,51	7,0
26	0,45	0,40	0,46	7,6
27	0,41	0,36	0,41	8,2
28	0,37	0,32	0,36	8,8
29	0,34	0,29	0,33	9,4
30	0,31	0,25	0,31	10,0
31	0,29	0,23	0,25	—
32	0,27	0,21	0,23	—
33	0,25	0,18	0,20	—

121. Riduzione dei pollici inglesi e loro frazioni, in mm.

TABELLA XIII.

Riduzione delle frazioni decimali di pollice in millimetri

Centes. di pollice	Millimetri	Centes. di pollice	Millimetri	Centes. di pollice	Millimetri
1	0,254	34	8,636	67	17,018
2	0,508	35	8,890	68	17,272
3	0,762	36	9,144	69	17,526
4	1,016	37	9,398	70	17,780
5	1,270	38	9,652	71	18,034
6	1,524	39	9,906	72	18,288
7	1,778	40	10,160	73	18,542
8	2,032	41	10,414	74	18,796
9	2,286	42	10,668	75	19,050
10	2,540	43	10,922	76	19,304
11	2,794	44	11,176	77	19,558
12	3,048	45	11,430	78	19,812
13	3,302	46	11,684	79	20,066
14	3,556	47	11,938	80	20,320
15	3,810	48	12,192	81	20,574
16	4,064	49	12,446	82	20,828
17	4,318	50	12,700	83	21,082
18	4,572	51	12,954	84	21,336
19	4,826	52	13,208	85	21,590
20	5,080	53	13,462	86	21,844

Centes. di pollice	Millimetri	Centes. di pollice	Millimetri	Centes. di pollice	Millimetri
21	5,334	54	13,716	87	22,098
22	5,588	55	13,970	88	22,352
23	5,842	56	14,224	89	22,606
24	6,096	57	14,478	90	22,860
25	6,350	58	14,732	91	23,114
26	6,604	59	14,986	92	23,368
27	6,858	60	15,240	93	23,622
28	7,112	61	15,494	94	23,876
29	7,366	62	15,748	95	24,130
30	7,620	63	16,002	96	24,384
31	7,874	64	16,256	97	24,638
32	8,128	65	16,510	98	24,892
33	8,382	66	16,764	99	25,146

Tabella XIV.

Riduzione dei pollici inglesi e loro frazioni in millimetri

Poll.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	0,00	25,40	50,80	76,20	101,6	127,0	152,4	177,8	203,2	228,6	254,0	279,4
1/16	1,59	26,99	52,39	77,79	103,1	128,6	154,0	179,4	204,8	230,2	255,6	281,0
1/8	3 18	28,57	53,97	79,37	104,8	130,2	155,6	181,0	206,4	231,8	257,2	282,6
3/16	4,76	30,16	55,56	80,96	106,4	131,8	157,2	182,6	208,	233,4	258,8	284,2
1/4	6,35	31,75	57,15	82,55	108,0	133,4	158,8	184,2	209,6	235,0	260,4	285,7
5/16	7,94	33,34	58,74	84,14	109,5	134,9	160,3	185,7	211,1	236,5	261,9	287,3
3/8	9,53	34,92	60,32	85,72	111,1	136,5	161,9	187,3	212,7	238,1	263,5	288,9
7/16	11,11	36,51	60,91	87,31	112,7	138,1	163,5	188,9	214,3	239,2	265,1	290,5
1/2	12,70	38,10	63,50	88,90	114,3	139,7	165,1	190,5	215,9	241,3	266,7	292,1
9/16	14,29	36,69	65,09	90,49	115,9	141,3	166,7	192,1	217,5	242,9	268,3	293,7
5/8	15,88	41,27	66,67	92,07	117,5	142,9	168,3	193,7	219,1	244,5	269,9	295,3
11/16	17,46	42,86	68,26	93,66	119,1	144,5	169,9	195,3	220,7	246,1	271,5	296,9
3/4	19,05	44,45	69,85	95,25	120,7	146,1	171,5	196,9	222,3	247,7	273,1	298,6
13/16	20,64	46,04	71,44	96,84	122,2	147,6	173,0	198,0	223,8	249,2	274,6	300,0
7/8	22,23	47,62	73,02	98,42	123,8	149,2	174,6	200,1	225,4	250,8	276,2	301,6
15/16	23,81	49,21	74,61	100,0	125,4	150,8	176,2	201,6	227,0	252,4	277,8	303,1

122. Orario dei principali «Broadcastings» europei (*aggiornato al 1° ottobre 1923*).

Italia

Roma: Radio Araldo.
$\lambda = 450$ m.

Ore 16,30-17,30 Notizie varie e concerto.
» 21 Notizie varie e concerto
} Ora Europa Centrale

Francia

Tour Eiffel: Orario generale a parte.

Radiola (Parigi):

$\lambda = 1780$ m. Potenza Kw. 2,5. Prossimamente 10 Kw
Ore 20,30—21 Informazioni varie.
» 21—22 Radio-concerti.

Inghilterra

Londra (2 *L.O*)
$\lambda = 369$ m.

Giorni feriali		*Domenica*
Ore 12,30	Concerto.	Ore 16 e 21,30.
» 15	»	
» 18	Trasmissione per signore e bambini.	
» 21	Concerto, conferenze, varie.	

Birmingham (5 *I T*)
λ = 425 m.

Giorni feriali		*Domenica*
Ore 16,30	Concerto.	Ore 16,30 e 21,30.
» 18,30	Trasmissione per signore e bambini.	
» 20	Notizie varie.	
» 21,30	Concerto.	

Manchester (2 *Z S*)
λ = 385 m.

Giorni feriali		*Domenica*
Ore 16	Concerto.	Ore 21,30.
» 18	Trasmissione per signore e bambini.	
» 20	Notizie varie.	
» 21	Concerto.	

Glasgow (5 *SC*)
λ = 415 m.

Giorni feriali		*Domenica*
Ore 16,30	Concerto.	Ore 16,30 e 21,30.
» 18	Trasmissione per signore e bambini.	
» 20	Notizie varie e concerti.	

Cardiff (5 *V A*)
λ = 353 m.

Giorni feriali		*Domenica*
Ore 16,30	Concerto.	Ore 21,15.
» 18	Trasmissione per signore e bambini.	
» 20	Notizie. Concerto.	

Newcastle (5 *NO*)

$\lambda = 400$ m.

Giorni feriali	*Domenica*
Ore 16,45 Concerto.	Ore 21,30.
» 18,15 Trasmissione per signore e bambini.	
» 20,30 Notizie. Concerto.	

Svizzera

Losanna

$\lambda = 1350$ m.

Ore 19 Concerto.

Olanda

Aja

P.C.G.G. . $\lambda = 1050$ m.

Domenica

Ore 16-18 Concerto.

Lunedì e Giovedì

Ore 20,45-22,30 Concerto.

P.C.U.U. . $\lambda = 1050$ m

Giovedì

Ore 19,45-22 Concerto.

Domenica

Ore 9,40-10,40 Concerto.

P.C.K.K. . $\lambda = 1050$ m.

Venerdì

Ore 20,40-21,40 Concerto.

Germania

Berlino (L P)

$\lambda = 4000$ m.

Ore 7-12,30-17 Notizie varie.

Eberswalde

$\lambda = 2950$ m.

Ore 18,30 Concerto.

Le ore indicate, sono quelle del tempo medio di Greenwich (Meridiano dell'Europa Occidentale). Per riportarle, quindi, all'ora italiana (Meridiano dell'Europa Centrale) occorre aumentarle di un'ora.

123. Orario delle trasmissioni della Torre Eiffel.

7 ottobre 1923

Ore: Tempo medio Greenwich	Natura delle trasmissioni	*Arco*	*Smorzate*	*Valvola Telefonia*	Annotazioni
		Lunghezza d'onda			
01 15 02 20	(1)	7300			
02 20 02 30	Bollettino Metereologico Francia, Svizzera e Olanda.	»			
02 30 04 00	(1)	»			
04 00 04 15	Bollettino Metereologico Europa, America e Africa del Nord.	»			
04 15 04 25	Chiamata alla Marina.	3200			
04 25 06 40	(1)	7300			
06 40 07 00	*Telefonia*, previsioni metereologiche regionali.			2600	Salvo la Domenica
07 00 07 10	Chiamata alla Marina.	3200			
07 10 07 55	(1)	7300			
07 55 08 10	Silenzio per battimenti pendolari di Y N (*a*).				*a* – Lione.
08 10 08 20	Riservato per chiamata R A J (*a*).	»			*a* – Mosca.
08 20 08 45	Boll. Met. Francia, Belgio, Olanda e Svizzera.	»			
08 45 08 50	Chiamata P R G (*a*).	»			*a* Praga.
08 50 09 00	Silenzio per segnali di Y N (a).	»			*a* – Lione.
09 00 09 20	(1)	»			
09 23 09 30	Segnali orari automatici.		2600		
09 30 09 55	(1)	»			
09 58 10 05	Segnali scientifici, Battimenti pendolari.				
10 05 10 30	Boll. Met. Europa, America.		»		

Ore: Tempo medio Greenwich	Natura delle trasmissioni	Arco	Smorzate	Valvola Telefonia	Annotazioni
		Lunghezza d'onda			
10 33 10 38	Segnali U R S I		2600		
10 38 10 49	,, orari semi automatici.		»		Salvo il Lunedì.
10 50 11 00	(1)	7300			
11 00 11 15	*Telefonia:* Prezzi del pesce al Mercato Centrale.			2600	
11 15 11 30	*Telefonia:* Annunzio dell'ora e previsioni generali metereologiche.			»	,, la Domenica.
11 30 12 00	(1)	»		»	Martedì e Venerdì.
12 00 12 15	*Telefonia:* Prezzi del bestiame al mercato.			»	Martedì.
12 15 14 10	(1)	»			
14 14 14 20	Silenzio per segnali U R S I di U A				
14 20 14 40	Boll. Met. Francia, Belgio, Svizzera e Olanda.	»			
14 40 15 40	(1)	»		»	
15 40 16 00	*Telefonia:* Corso dei Cambi, rendita, apertura della Borsa di Commercio.				Salvo Sabato e Domenica.
16 00 16 30	Boll. Met. Europa, Africa Nord e America.	»			
16 30 16 55	(1)	»			
16 55 17 00	Silenzio per segnali orari N S S (*a*).				(*a*) Annapolis (America).
17 00 17 05	Chiamata della Marina.	3200			
17 05 17 30	(1)	7300			
17 30 17 55	*Telefonia:* Corso della Borsa di Commercio, chiusura e dopo-chiusura, prezzi del bestiame al mercato.			»	Salvo Sabato e Domenica.
17 55 18 10	Onde tarate (2).	5000 7000			

Ora: Tempo medio Greenwich	Natura delle trasmissioni	*Arco*	*Smorzate*	*Valvola Telefonia*	Annotazioni
		Lunghezza d'onda			
18 10 19 00	*Telefonia:* Radio concerto			»	
19 00 19 20	,, Previsione metereologiche regionali.			»	
19 20 19 55	Boll. Met. Francia, Belgio, Svizzera e Olanda.	7300			
19 55 20 10	Silenzio per battimenti di L Y. (*a*)				(*a*) Bordeaux
20 10 21 00	(1)	»			
21 00 21 20	Boll. Met. Europa, America e Africa del Nord.	»			
21 20 21 55	(1)	»			
21 58 22 05	Segnali orari scientifici, Battimenti pendolari.		7300		Salvo la Domenica.
22 10 22 30	*Telefonia*: Previsioni metereologiche generali.			2600	
22 35 22 49	Segnali orari semiautomatici.		»		
22 50 23 15	(1)	»			
23 15 00 15	Traffico con U A B - Beyruth.	»			

(1) Intervalli disponibili a disposizione dell'Ufficio Centrale Radiotelegrafico dell'Amministrazione delle Poste e Telegrafi per trasmissioni private con diverse stazioni europee (H B, G R D, A X K, F F, O Y A, I D O, ecc.).

(2) Serie di A di un minuto e tratti continui di 3 minuti; serie di B e tratti continui di 3 minuti, il 1° ed il 15 di ogni mese.

Ho voluto riportare questo orario completo, poichè le emissioni della Tour Eiffel, regolari e caratteristiche, sono molto utili per il regolaggio e il collaudo degli apparati.

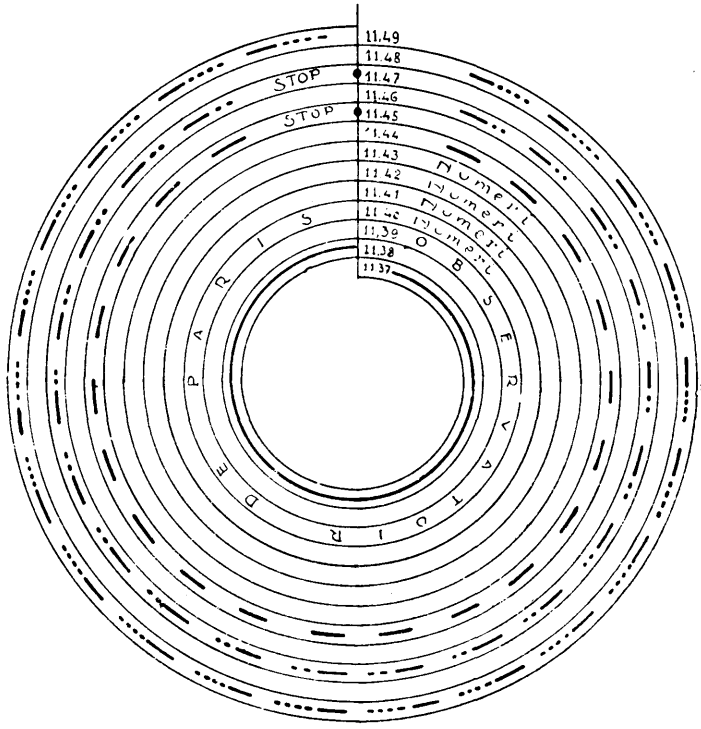


Fig. 135

La fig. 135 rappresenta uno schema delle segnalazioni orarie della Tour Eiffel delle ore 11,49 e 23,49 (Europa Centrale).

124. Alfabeto Morse e segnali convenzionali.

ALFABETO MORSE

LETTERE

a	— — —	n	— — —
ä	— — — — — —	ñ	— — — — — — —
à o â	— — — — — — — —	o	— — — — — —
b	— — — — —	ö	— — — — — — —
c	— — — — — —	p	— — — — — — —
ch	— — — — — — — —	q	— — — — — — — —
d	— — — — —	r	— — — — —
e	—	s	— — — — — —
é o è	— — — — — — — —	t	— — —
f	— — — — — —	u	— — — — — —
g	— — — — — —	ü	— — — — — — — —
h	— — — — — — — —	v	— — — — — — — —
i	— —	w	— — — — — — — —
j	— — — — — — — —	x	— — — — — — — —
k	— — — — — —	y	— — — — — — — —
l	— — — — — — — —	z	— — — — — — — —
m	— — — —		

CIFRE

1	— — — — — — — — —	6	— — — — — — — — —
2	— — — — — — — — — —	7	— — — — — — — — — —
3	— — — — — — — — —	8	— — — — — — — — — —
4	— — — — — — — —	9	— — — — — — — — — —
5	— — — — — — — —	0	— — — — — — — — — —

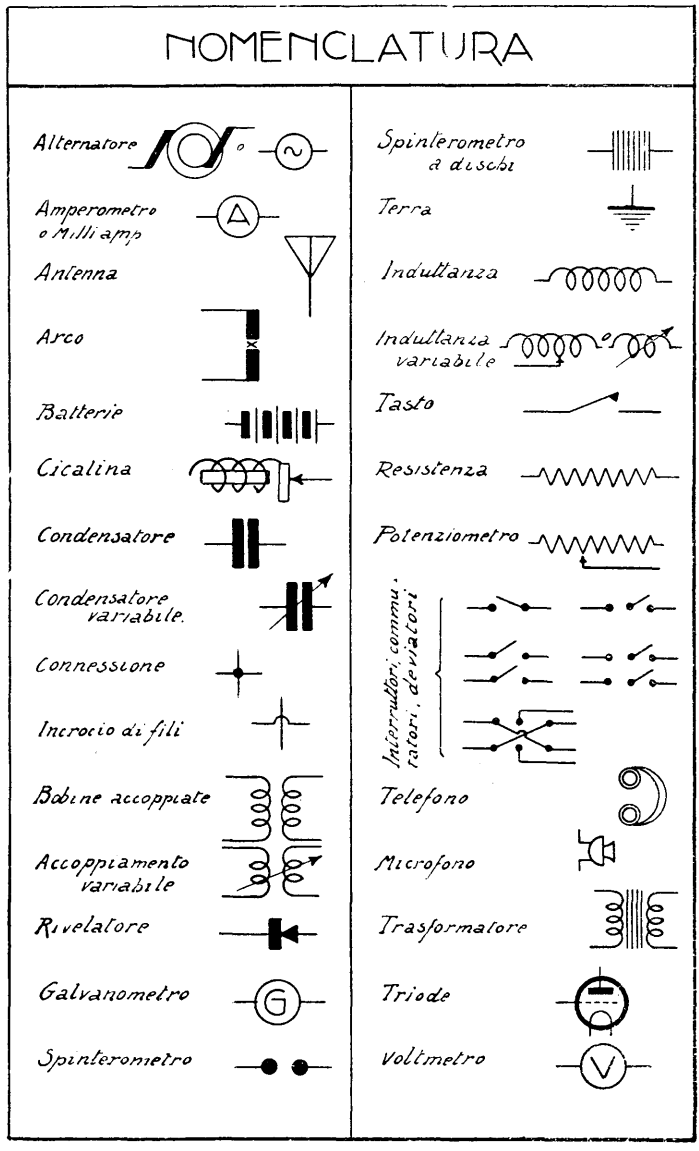
Linea di frazione — — — — — — — — — —

PUNTEGGIATURA E DIVERSE

(.)	— — — — — —
(;)	— — — — — — —
(,)	— — — — — — — —
(:)	— — — — — — —
(?)	— — — — — —
(!)	— — — — — — — —
(')	— — — — — — — —
(-)	— — — — — —
(« »)	— — — — — — —
)	— — — — — — — —
Chiamata	— — — — — —
(=)	— — — — — —

INDICATIVI DI SERVIZIO

Telegrammi di Stato	— — —
» di servizio	— —
» privato urgente . . .	— — —
» » ordinario . .	— — — — —
Compreso	— — — — —
Errore	— — — — — — — — —
Fine di trasmissione	— — — — — —
Invito a trasmettere	— — —
Attesa	— — — — —
Fine di traffico	— — — — — —


NOMENCLATURA
Alternatore
Amperometro o Milliamp
Antenna
Arco
Batterie
Cicalina
Condensatore
Condensatore variabile.
Connessione
Incrocio di fili
Bobine accoppiate
Accoppiamento variabile
Rivelatore
Galvanometro
Spinterometro
Spinterometro a dischi
Terra
Induttanza
Induttanza variabile
Tasto
Resistenza
Potenziometro
Interruttori, commutatori, deviatori
Telefono
Microfono
Trasformatore
Triode
Voltmetro

COSTRUZIONE
DI STRUMENTI DI PRECISIONE

Stabilimenti ALBERT GINOUVÈS

INGEGNERE COSTRUTTORE

1 - Rue Pasteur, 1 – Juvisy-sur-Orge (S. O.) Francia

R.∂.C. Corbeil N° 5.768

TELEFONO: **JUVISY 56**

Marque E A G Déposée

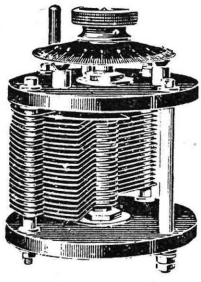
TELEGRAMMI: **GINOUVÈS-JUVISY**

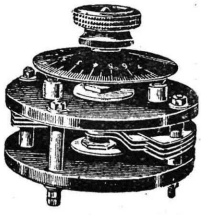
T. S. F.

Posti riceventi a Galena ed a Lampade per lunghezze d'onda da 200 a 6000 metri

CONDENSATORI VARIABILI AD ARIA: normali, equilibrati, a suddivisore - COMPENSATORI - REOSTATI - RIVELATORI - BOBINE A CURSORI - CUFFIE - VOLTMETRI - PARTI STACCATE

o o o o o IN GENERALE o o o o o





Condensatori da 0,25/1000 a 2,5/1000

Reostati da 4 a 6 ohms

Compensatori

Agente Esclusiva e Depositaria per l'Italia e Colonie:

"LA RADIOTECNICA" - Cav. LUIGI GENNARO

Largo Arenula, 26 - ROMA (15)

Si invia Catalogo a richiesta

T. S. F.

Società Anonima RADIO-ITALIA

Capitale Lit. 5.000.000

ROMA (7) - Via Due Macelli 66 - ROMA (7)

Telef. 74-71 Telegr. RADIOITAL

I più perfezionati apparecchi riceventi per dilettanti.

Esteso assortimento di parti staccate.

Stazioni complete per radiocomunicazioni di ogni potenza e di ogni tipo.

Rappresentanti esclusivi della "Radiotechnique,, per la vendita in Italia di:

Valvole termoioniche riceventi e trasmettenti di ogni potenza.

Valvole tipo Radiomicro a debolissimo consumo.

CHIEDERE LISTINI E PREVENTIVI

ACCUMULATORI TUDOR

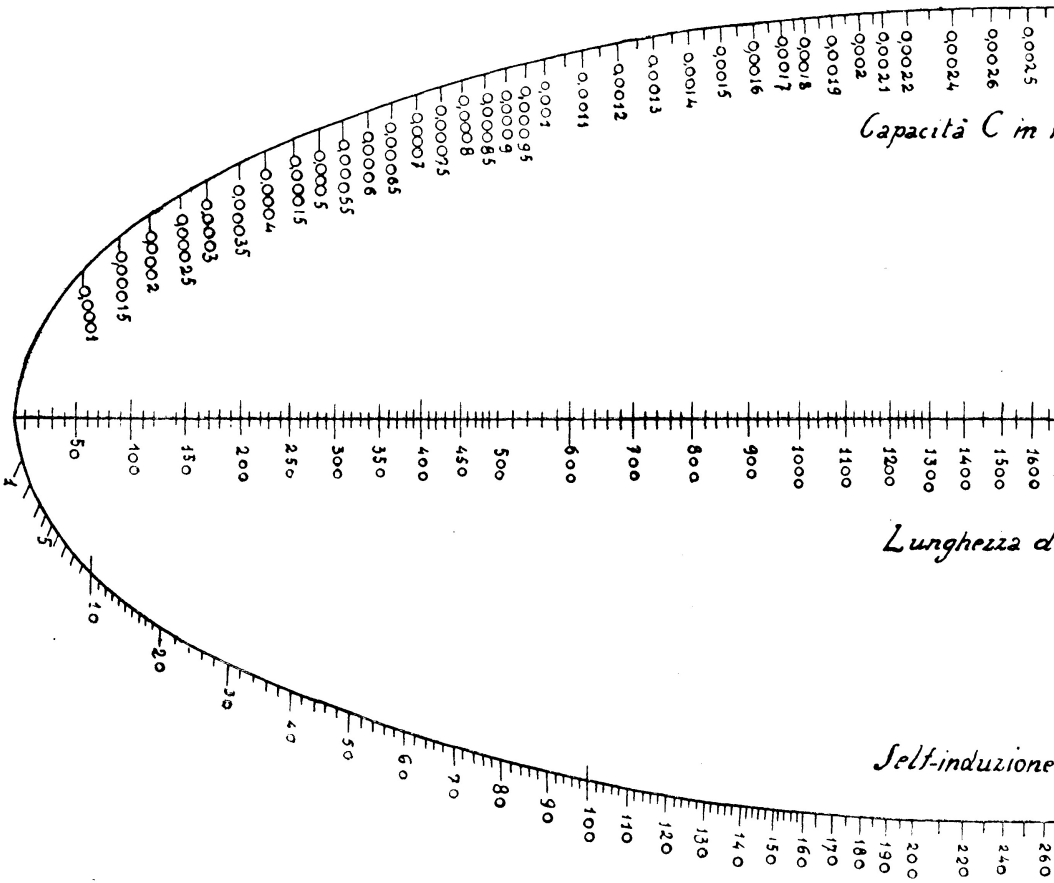
ACCUMULATORI EDISON

Soc. Gen. It. Accumulatori Elettrici

Melzo (Milano)

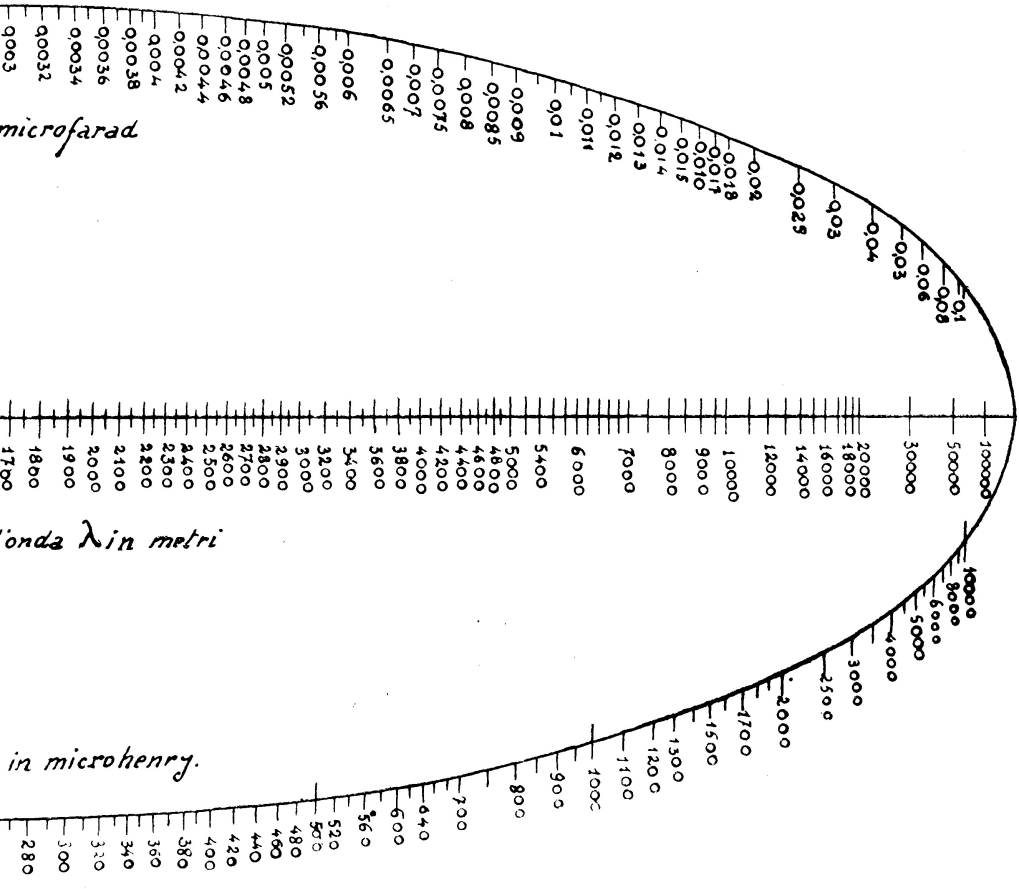
ABAC

Risoluzione rapida della



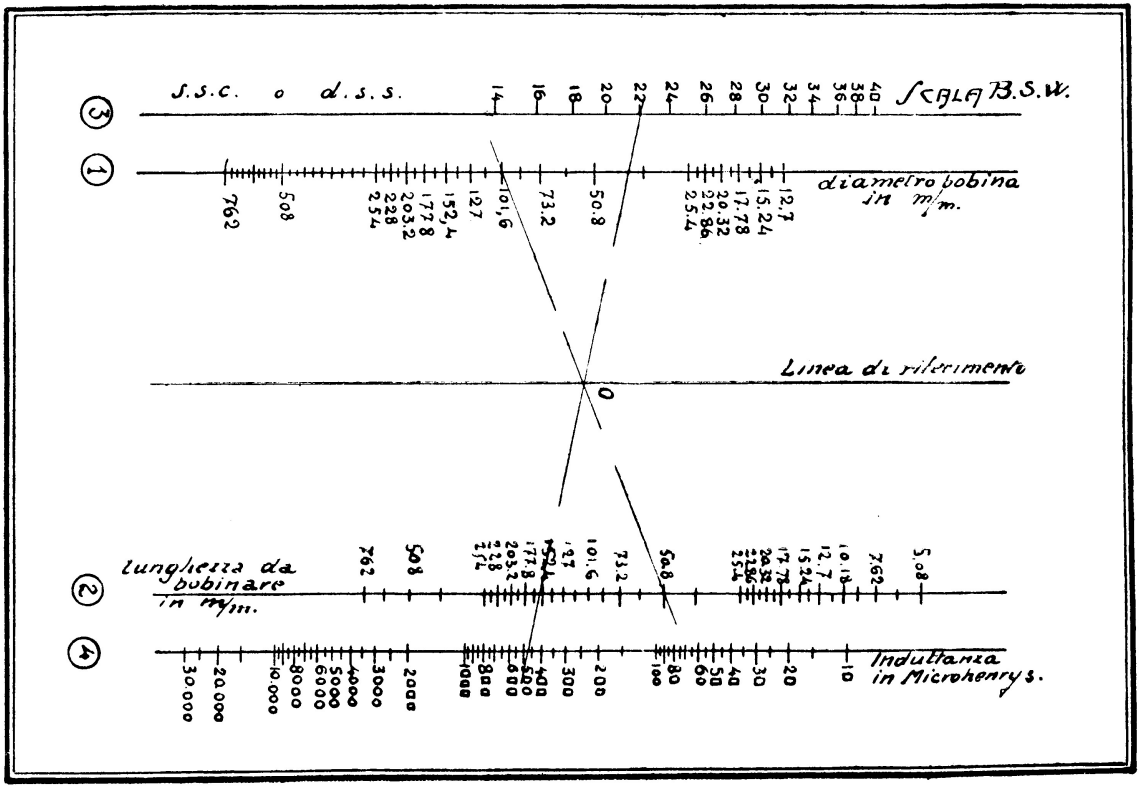
O I.

formula di Thomson



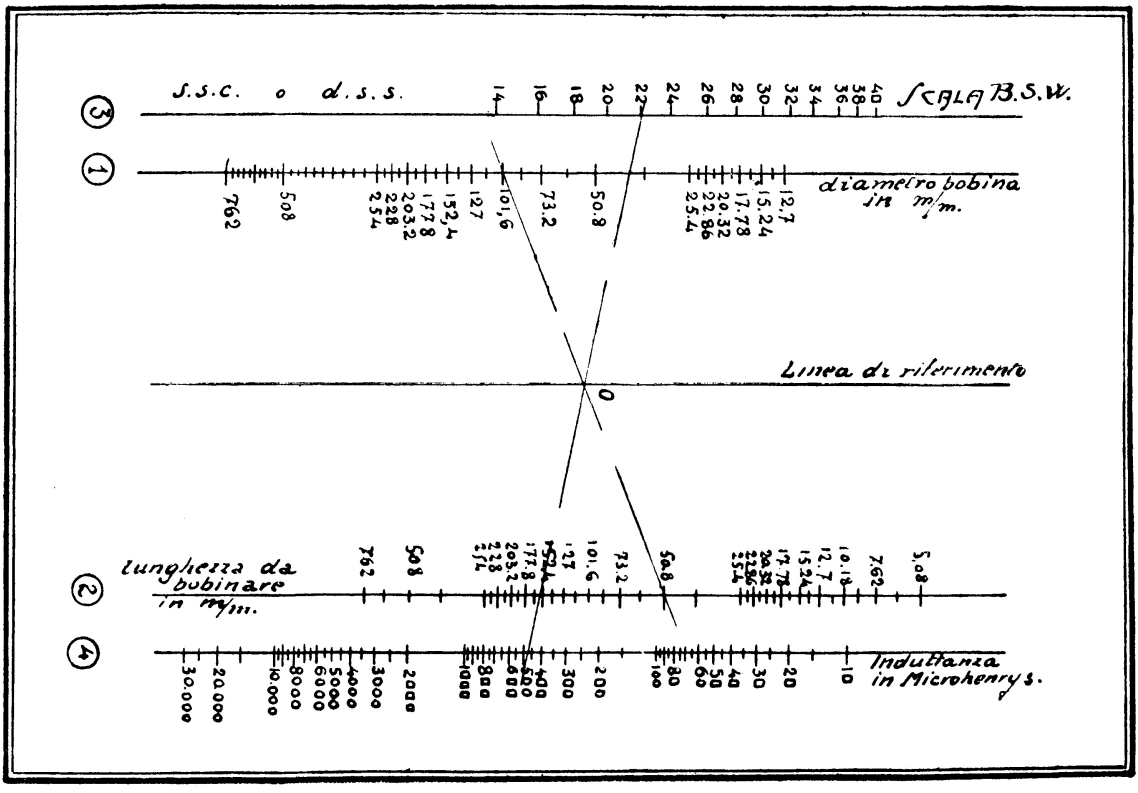
ABACO II.

Calcolo rapido delle bobine cilindriche ad un solo strato



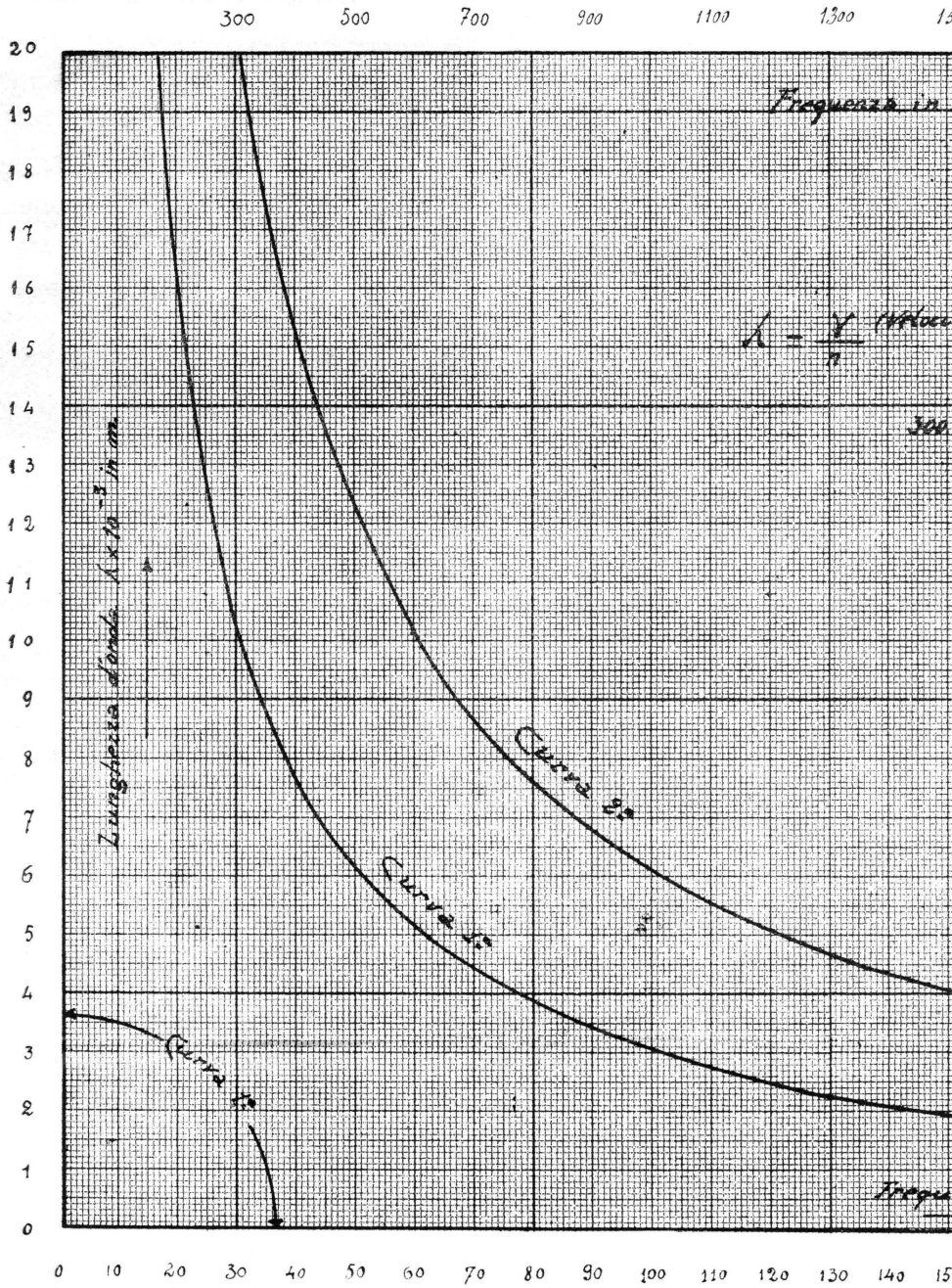
ABACO II.

Calcolo rapido delle bobine cilindriche ad un solo strato



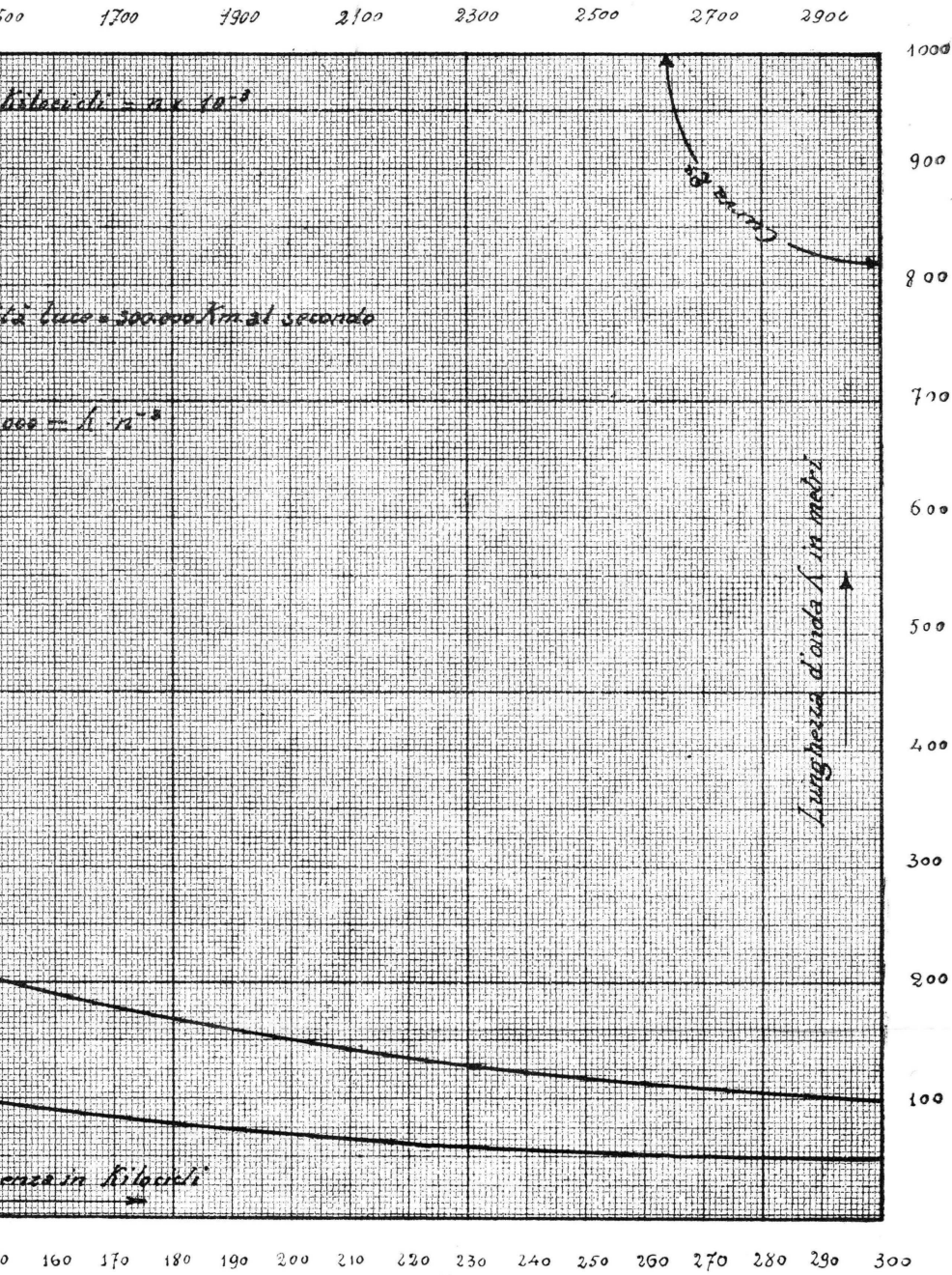
ABAC

Conversione della lunghezza



CO III.

d'onda in frequenza (kilocicli)



ESPOSIZIONE SALVADORI

ROMA - Via Nazionale - Largo Magnanapoli - ROMA

STAZIONE RADIOTELEFONICA

Durante la trasmissione del discorso di S. E. Mussolini al Teatro Costanzi (23-3-1924)

Audizioni continue di Concerti - Teatri - Quotazioni di borsa - Notizie varie trasmesse dalle stazioni radiotelefoniche dell'Europa.

Vendita di **Apparecchi completi a galena ed a valvola**, da L. **150** a **3000**.

Il più grande assortimento d'Italia di parti per costruzioni di **Apparecchi - Valvole termoioniche - Micro - Grammont** (Fotos) **- Caschi - Alto parlanti - Amplificatori**, etc.

Rappresentanza della Western Electric Italiana

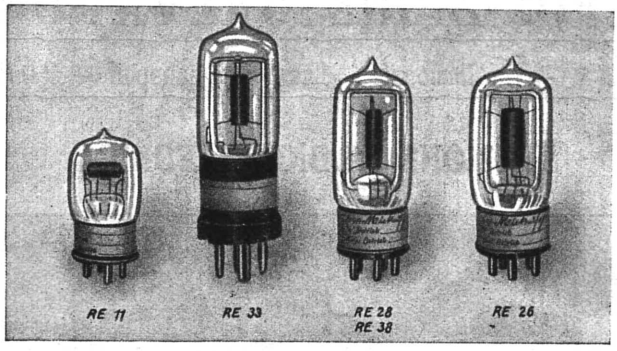
IMPIANTI COMPLETI PER TUTTA ITALIA

Preventivi e consulenza tecnica:

DIRETTORE PROPRIETARIO

Cav. Uff. AUGUSTO SALVADORI

Uffici d'Amm.ne: **Via della Mercede, 33**



Valvole joniche di trasmissione - ricezione

Apparecchi riceventi a cristallo ed a valvole

Amplificatori ad alta e bassa frequenza

Telefoni altoparlanti

Cuffie telefoniche

Materiali per aerei

SOCIETÀ ANONIMA "SIEMENS"

REPARTO RADIOTELEGRAFIA

— MILANO —
Via Lazzaretto, 3

Telefoni { **21-616** / **21-620**

ANNOTAZIONI

Prezzo: L. 18 –

Ing. Alessandro Orsi - La T. S. F. per quelli che sanno e per quelli che non sanno